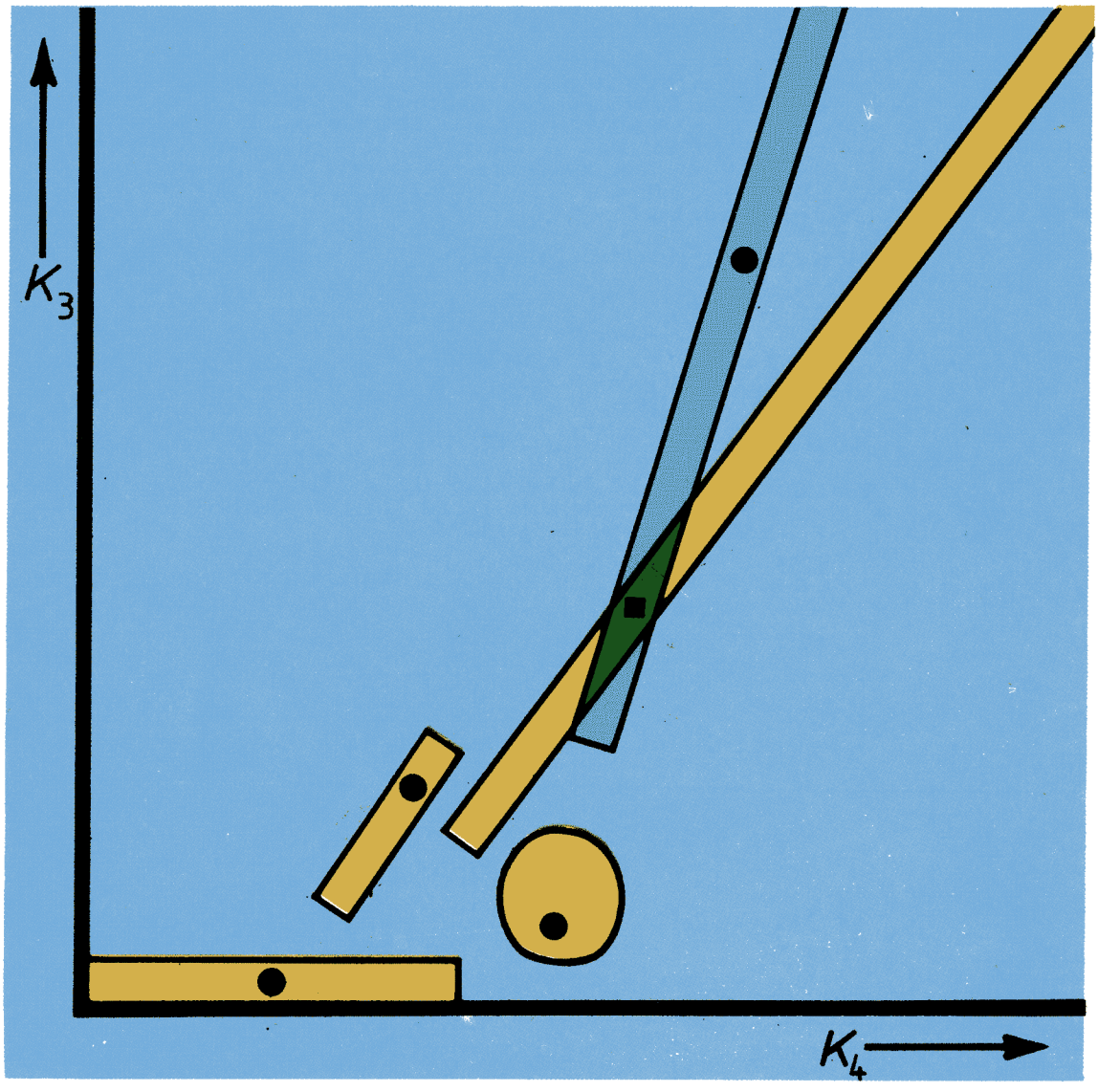
JJE

Ammendorfer
Plastwerk
Wissenschaftliche
Bibliothek - PSF 10
Halle - 4073

mst

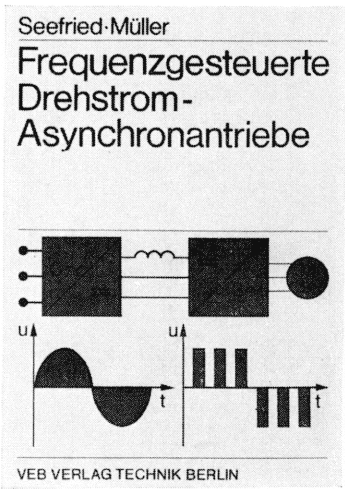
4
1988

messen·steuern·regeln



VEB
Verlag Technik
Berlin
EVP: 4,- M

Auslieferung in diesen Tagen durch den Fachbuchhandel



Frequenzgesteuerte Drehstrom-Asynchronantriebe

Betriebsverhalten und Entwurf

Von Prof. Dr. sc. techn. Eberhard Seefried und Prof. Dr.-Ing. habil. Germar Müller
1. Auflage. 196 Seiten, 129 Bilder, 18 Tafeln, Pappband, DDR 26,— M, Ausland 32,— DM. Bestellangaben: 553 725 8/Seefried, Asynchronantrieb

Ausgehend von einer Analyse des Betriebsverhaltens der Asynchronmaschine wird ihr regelungstechnisches Verhalten betrachtet. Daraus werden Aussagen zum Entwurf und zur Dimensionierung leistungselektronischer Stellglieder abgeleitet, wobei auch neuere Entwicklungen auf dem Bauelementesektor berücksichtigt werden. Schließlich werden verschiedene Regelungskonzepte vorgestellt (analoge und digitale Regelung) und der vermittelte Stoff wird dem Leser durch Bezugnehmen auf praktische Details (numerische Beispiele, erreichbare Parameter, Aufwandsbetrachtungen) leichter zugänglich gemacht. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis ermöglicht ein weiteres Eindringen in die Materie.

Grundlagen der elektrischen Meßtechnik

Von Prof. Dr. sc. techn. Werner Richter

2., bearbeitete Auflage. 308 Seiten, 322 Bilder, 38 Tafeln, Leinen, DDR 19,— M, Ausland 32,— DM. Bestellangaben: 553 838 1/Richter, Meßtechnik

Neben einer gründlichen Darstellung von Kenngrößen und Kennfunktionen für Meßeinrichtungen sowie der gesamten Fehlerproblematik enthält das Buch vor allem die für die moderne elektrische/elektronische Meßtechnik typischen Funktionseinheiten, Meßgeräte und -systeme bis hin zu Sensoren und mikroprozessorgesteuerten Meßeinrichtungen. Das Darstellungsniveau ist auf die Verwendung als studienbegleitende Literatur in der Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren technischer Disziplinen zugeschnitten. Viele Beispiele geben Hinweise für eine direkte Nutzung in der meßtechnischen Praxis.

Die zweite Auflage ist aktualisiert worden.

Neu in der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK:

Band 228 **Kleines Lexikon der automatischen Fertigung**
Von Dr. sc. techn. Stefan Hesse. 72 Seiten, 69 Bilder, Bestellangaben: 553 835 7/Hesse, Fertigung RA 228

Band 229 **Zuverlässigkeit strukturierter Systeme**
Von Prof. Dr. sc. techn. Frank Beichelt. 88 Seiten, 47 Bilder, 8 Tafeln, Bestellangaben: 553 836 5/Beichelt, Systeme RA 229

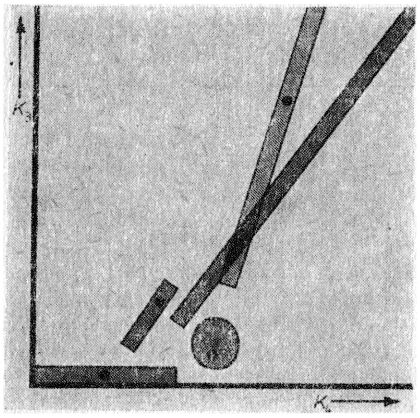
Band 230 **Elektrische Stellantriebe**
Von Dr.-Ing. Dieter Zenkel. 72 Seiten, 10 Tafeln, Bestellangaben: 553 837 3/Zenkel, Stellantriebe RA 230

Jeder Band broschiert, DDR 4,80 M, Ausland 8,— DM

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

messen·steuern·regeln

Wissenschaftlich-technische Zeitschrift für die Automatisierungstechnik



Die aktuellen Trends in der Sensortechnik führen (teils unerkannt) in der Automatisierungspraxis zur Informationserfassung auf der Ebene mikrophysikalischer stofflicher Vorgänge. Dabei sind qualitativ neuartige Signaleigenschaften zu beachten und zu quantifizieren. Der Beitrag auf Seite 146, dem das Titelmotiv zur Abbildung der mikrophysikalischen Zustände eines Prozesses zugeordnet ist, befaßt sich mit dieser Problematik.

Titelgrafik: *G. Schwesinger*

Herausgeber:

Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (WGMA) in der KDT

Redaktionsbeirat:

Dr. rer. nat. A. Borgwardt, Prof. Dr. sc. techn. G. Brack, Dipl.-Ing. H.-H. Ehlert, Prof. Dr. sc. techn. W. Fritzsch, Prof. Dr. sc. techn. H. Fuchs, Dr. rer. nat. H. Gena, Dipl.-Ing. H. Gottschalk, Dr.-Ing. K. Hilscher, Prof. Dr.-Ing. habil. D. Hofmann, Dipl.-Ing. K. Keller, Dr.-Ing. G. Meister, Dr.-Ing. J. Müller, Prof. Dr. sc. techn. R. Müller, Prof. Dr. sc. techn. P. Neumann, Prof. Dr.-Ing. S. Pilz, Prof. em. Dr. sc. techn. Dr.-Ing. E. h. K. Reinisch, Prof. Dr. sc. techn. W. Richter, Dr.-Ing. H. Schulze, Prof. Dr. sc. techn. H. Töpfer, Prof. Dr. sc. oec. G. Viehweger, Prof. Dr. sc. techn. J. Wernstedt

4

31. Jahrgang
April 1988

VEB
VERLAG TECHNIK

AUFSÄTZE

ISSN 0026-0347

146 *Wo. Richter* und *We. Richter*
Meßwertvorverarbeitung in Sensorsystemen mit Hilfe der Theorie über Fraktale

150 *W. Barth, K.-J. Müller, F. Reichel* und *G. Zeun*
Robotersteuerung IRS 713 (Teil 2)

153 *Th. Hofmann* und *J. Bergmann*
Informationsflußorientierte Darstellung auf Wartenbildschirmen — eine Möglichkeit zur Verbesserung der Mensch-Anlagen-Kommunikation

156 *W. Kriesel*
Strukturwandel in der Automatisierung

158 *L. Arnold* und *U. Michall*
Programmsystem zur adaptiven Objekterkennung mit dem Mikrorechner

162 *J. Wolf* und *M. Engshuber*
Festlegung der minimalen Anzahl von Steuerelementen für Transport- und Speicheranlagen

164 *H. Schäbe*
Meßwertauswertung mit dem Programmsystem RESY

167 *H. Meyl*
Modell zur Ermittlung der Entwurfszuverlässigkeit großtechnischer Systeme für bestimmte Fahrstrategien

173 **KURZBEITRÄGE**

176 **TAGUNGEN UND KOLLOQUIEN**

180 **DISSERTATIONEN**

183 **PERSÖNLICHES**

184 **BUCHBESPRECHUNGEN**

192 **NEUE BÜCHER AUS DER UDSSR**

3. US. **VORSCHAU UND KURZINFORMATIONEN**

Wo. Richter; We. Richter

Meßwertvorverarbeitung in Sensorsystemen mit Hilfe der Theorie über Fraktale

0. Einleitung

Die moderne Produktionsautomatisierung hat in den letzten Jahren beträchtliche Innovationsschübe erfahren, deren Auswirkungen auch heute noch nicht voll abschätzbar sein dürften. Wesentlich dafür sind die unvermindert progressiven Entwicklungen auf dem Gebiet der Computertechnik, die zu weitgehend dezentralen, hierarchisch strukturierten Automatisierungskonzepten (Stichwort: *verteilte Intelligenz*) in der Verfahrensentwicklung führten und unter Einbeziehung der Robotertechnik zu rechnerintegrierten Fertigungseinrichtungen (Stichwort: *bedienarme Produktion*) überleiten. Mit der Zunahme informationsbezogener Techniken sind aber auch technologische Fortschritte verbunden, die sich unter anderem in einer Erhöhung der verfahrenstechnischen Geschwindigkeiten sowie einem Anwachsen der Stoff- und Energiedichten auswirken.

Die vertiefte informationelle und ingenieurtechnische Beherrschung derartiger technologischer Prozesse trifft heute mehr und mehr auf Grenzen einer eher makroskopischen Betrachtungsweise von verfahrenstechnischen Prozessen, die vorwiegend mit räumlichen-zeitlichen Mittelwerten physikalischer Größen operiert. Mit anderen Worten, die betrachteten Volumina im verfahrenstechnischen Apparat werden kleiner, die Zeitkonstanten des Sensors immer kritischer und damit die syntaktischen Signalfrequenzen entsprechend größer.

Bisher wurde auch die informationell wesentliche Erscheinung, daß die Zeitreihe $\{x_t\}$ der Meßwerte einen qualitativ anderen Charakter annehmen kann, wenn gewissermaßen in den Mikrobereich der stofflichen Transport- und Wandlungsvorgänge eingedrungen wird, kaum beachtet.

Wird in Fortführung dieser Denklinie ein beliebig kleines und vorerst nicht speziell raumorientiertes Sensorelement postuliert, so bildet dieses räumlich und zeitlich differentiell erfassende Sensorelement physikalisch und geometrisch komplexe Sachverhalte im Mikrobereich der verfahrenstechnischen Stoffwandlung ab, wie Gestalt, Bahn, Aufeinanderfolge (Struktur) und (turbulente) Bewegung von Schwärmen kleiner Objekte, wie Blasen, Körner, Tropfen, Kristalle, Fasern oder auch innere Schwingungen [1]. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß in Folgen realer Objekte sich zufällige und nichtzufällige Erscheinungen überlagern. Zu bildende Kenngrößen und Kennfunktionen sollten somit diese beiden Typen von Erscheinungen „gleichrangig" erfassen. Da Zustandsänderungen in Prozessen zu zufälligen Zeitpunkten auftreten, werden Methoden der Signalverarbeitung gesucht, die ohne fest vorgegebenen Stichprobenumfang auskommen und große Informationsflüsse mit akzeptablem Aufwand im Echtzeitbetrieb auszuwerten gestatten.

In der mathematischen Grundlagenforschung [2] ist nun eine Signalanalysemethode für eine Klasse geometrischer Objekte

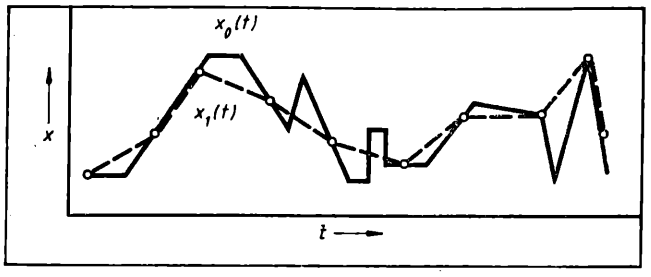


Bild 1. Fraktale Folge
$x_0(t)$: $d_0 \to 0$, $L_0 \to L_{max}$; $x_1(t)$: $d_1 > d_0$, $L_1 < L_0$

entwickelt worden, die gerade an das vorliegende Meß- und Steuerungsproblem besonders angepaßt und praktisch realisierbar erscheint; es ist die Methode der Fraktale. Im weiteren werden dazu einige grundlegende Gedanken dargelegt und experimentelle Ergebnisse an einem verfahrenstechnischen Modellreaktor vorgestellt.

1. Zum Begriff „Fraktal"

Der Begriff kommt aus dem Lateinischen; *fractus* bedeutet Bruchstück. In der Geometrie wird damit im einfachen Fall eine Kurve mit folgenden Merkmalen bezeichnet (Bild 1):

a) Die Kurve ist gezackt, nicht glatt, nicht differenzierbar, irregulär. Bei Prozeßmessungen mit einem idealen (nicht integrierenden, kontinuierlich arbeitenden) Sensorelement muß als Ausgangssignalverlauf eine solche Kurve auftreten, wenn sich scharf begrenzte verfahrenstechnische Objekte am Sensorelement vorbeibewegen.

b) Die zeitliche Folge der elementaren pulsartigen Signale $\{x_{ei}(t)\}$ als Abbild der räumlichen Anordnung und Bewegung der Objekte O_i ist einerseits zufällig, unterliegt gleichzeitig aber auch einer gewissen Ordnung. Es besteht also Determiniertheit. Beispielsweise gibt es Beschränkungen des zufälligen Schwankungsbereiches der Eigenschaften eines entstehenden Objektes in Abhängigkeit von den vorher entstandenen Objekten und vom aktuellen Prozeßzustand (Nah- und Fernordnung).

c) Das Merkmal „Kurvenlänge L" bei Messung mit einem realen (integrierenden, abtastenden) Sensorelement ist eine Funktion der Auflösung d der Messung. Je größer d, um so kleiner L.

Diese Aussage ist seit langem qualitativ bekannt. Man denke an den Glättungseffekt bei Integration. Mathematisch gelang eine genauere Beschreibung der Funktion $L(d)$. Nach Untersuchung sehr unterschiedlicher physikalischer Sachverhalte in Astronomie, Meteorologie, Strömungsmechanik, Geologie, Metallurgie wurde die Beziehung

$$L = K_1 \cdot \frac{1}{d^{K_2}}, \qquad d_{min} \leqq d \leqq d_{max} \tag{1}$$

d allgemein Auflösung

gefunden [2]. Der Definitionsbereich $[d_{min}, d_{max}]$ bedarf spezieller Untersuchungen.

Bei Prozeßmessungen ist d eine Funktion von Abtast-, Meß- und Integrationszeit sowie vom Meßvolumen.

Bild 2 veranschaulicht die geometrische Betrachtungsweise. Das Ausgangssignal $x_1(t)$ des realen Sensorelements entsteht

---

Doz. Dr. sc. techn. *Wolfgang Richter* (50) studierte von 1954 bis 1959 an der TH Dresden Elektrotechnik und Strahlenmeßtechnik. Danach bis 1969 wissenschaftliche Tätigkeit an der TU Dresden. 1964 Promotion A über kernphysikalische Elektronik. 1972 Promotion B auf dem Gebiet der Meßwerterfassung in automatisierten Produktionsprozessen. 1969 bis 1973 wissenschaftliche Tätigkeit im VEB Meßelektronik Dresden. Anschließend Dozent für Prozeßmeßtechnik an der TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen. Arbeitsgebiet: Prozeßnahe Meßwertverarbeitung, Signalanalyse innerhalb von Prozeßsteuerungen.

Prof. Dr. sc. techn. *Werner Richter* (56) studierte von 1952 bis 1958 Luftfahrttechnik in Rostock und Dresden und war anschließend auf den Gebieten der Geräteentwicklung und der Fernwirktechnik tätig. 1968 Promotion A (Gleichlaufprobleme bei der großformatigen Bildtelegrafie), 1973 Promotion B (Frequenzanaloge Meßsysteme). 1969 Berufung zum Dozenten für Prozeßmeßtechnik an die TU Dresden, 1974 zum ordentlichen Professor für Meßtechnik an die Ingenieurhochschule Leipzig (seit 1977 Technische Hochschule Leipzig). Seit 1975 Direktor der Sektion Automatisierungsanlagen an dieser Hochschule. Seit 1982 Vorsitzender der WGMA.

aus dem Signal $x_0(t)$ des ideal gedachten Sensorelements, indem das Signal $x_0(t)$ durch einen Polygonzug näherungsweise beschrieben wird, wobei die elementare Seitenlänge des Polygons den Wert d aufweist. Je größer die Auflösung d, um so weniger können die (zufälligen und nichtzufälligen) Unregelmäßigkeiten von $x_0(t)$ erfaßt werden, um so glatter ist $x_1(t)$ und um so kleiner L.

d) Die Parameter K_1, K_2 der Beziehung $L(d)$ sind die gesuchten Kenngrößen, also die Ergebnisse der prozeßnahen Datenvorverarbeitung. K_1, K_2 stehen in enger Beziehung zur Gestalt der Funktion $x_0(t)$, gestatten somit eine spezifische „Bildanalyse".

Für Prozeßmessungen ergeben sich folgende Grundaussagen:

- Unterschiedliche Prozeßzustände führen zu unterschiedlichen mikrophysikalischen Objekten und Folgen von Objekten.
- Am Ausgang von hinreichend kleinen und schnellen Sensorelementen entstehen zustandsabhängige Folgen impulsartiger Signale als Abbilder der Folgen von realen Objekten.
- Diese Signalfolgen werden im Sinne der Geometrie als fraktale Kurven aufgefaßt und gemäß (1) durch Wertetupel (K_1, K_2) charakterisiert.

Bei praktischen Anwendungen ist zu beachten, daß die Funktion $x(t)$ unterschiedliche Einheiten für Abszisse und Ordinate aufweist. Da die Zeit bekannt ist, also keine Prozeßinformation trägt, kann als Teillänge zwischen Meßwerten

$$l_i = |x(t_i) - x(t_{i-1})|$$

definiert werden.

2. Informationsbeziehungen in einem stoffwandelnden System

In einem stoffwandelnden System sind mehrere Informationsebenen definierbar (Tafel). Gegenwärtig werden Messungen zur Situationserkennung und Prozeßsteuerung fast ausnahmslos auf den makroskopischen Ebenen 2 und 3 vorgenommen und erweisen sich als hinreichend. Systemtheoretisch erklärt sich dies durch die Merkmale der praktisch realisierten Anlagen. Vorherrschend sind heute noch:

- *geringe Stoffdichte*, d. h., der mittlere Abstand der Stoffteilchen ist generell größer als die Teilchenabmessung
- *geringe Energiedichte*
- *geringe Gradienten* makroskopischer Zustandsgrößen
- räumliche Homogenität (gute Durchmischung)
- Reversibilität, Linearität
- *geringe Änderungsgeschwindigkeit* des Prozeßzustands, so daß eine Mittelwertsteuerung hinreichend ist, um die Zustandsgrößen in vorgegebenen Grenzen zu halten, auch wenn der Prozeß in theoretischer Sicht instabil ist (Quasistabilität).

In derartigen Systemen herrscht eine Invarianz des Typs der mikroskopischen Stoffwandlungs- und Transportvorgänge. Anders ausgedrückt: Eine Messung auf Ebene 1 würde primär keine andere semantische Information liefern, als bereits auf Ebene 2 und 3 zu erhalten ist. Die Messung von räumlichen und zeitlichen Mittelwerten ist dann hinreichend für die Erfordernisse der Situationserkennung und der Prozeßsteuerung.

Die moderne Entwicklung intensiv stoffwandelnder Technologien, z. B. Dichtstromprozesse, Wirbelschichttechnologien und Biotechnologien, führen aber im Sinne der eingangs vorgetragenen Überlegungen zur Verletzung der genannten Voraussetzungen einer ausschließlich makroskopischen Messung und Steuerung stoffwandelnder Systeme. Damit werden folgende Arbeitshypothesen plausibel:

- Es ist notwendig, außer makroskopischen auch mikroskopische Zustandsgrößen zu betrachten.
- Die mikroskopischen Größen (idealisiert ohne räumliche und zeitliche Mittelung) beziehen sich auf geometrische, kinetische und stoffliche Größen einzelner verfahrenstechnischer Objekte im Stoffstrom, auf die Bewegung einzelner Objekte (Bahnkurve, Strömungstyp) und auf die räumliche Verteilung der Objekte (Struktur, Ordnung).

International wurde daher begonnen, Sensorsysteme zu entwickeln, die im Stoffstrom ohne Probenentnahme kontinuierlich

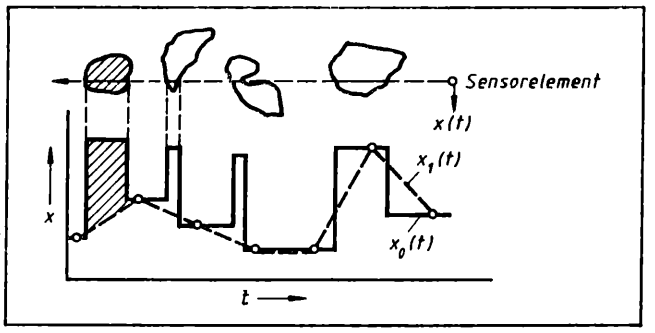


Bild 2. Mikroskopische Prozeßmessung
a) Objektfolge im Stoffstrom; b) fraktale Folgen am Ausgang des Sensorelements

(on line/in stream) lokale Zustandsgrößen erfassen und verarbeiten können, z. B. Teilchenmerkmale (Stoffdichte, Temperatur usw.), Teilchensehne, -anzahl, -sequenz, -geschwindigkeit, -konzentration [4] u. a.

3. Fraktale bei der Prozeßmessung

Im Unterschied zu rein geometrischen Betrachtungen an ruhenden Objekten wie Küstenlinien [3] oder verfahrenstechnischen Teilchen in Proben [5] sind bei Prozeßmessungen zwei Bildebenen zu unterscheiden:

a) das originale räumliche Bild (Urbild) der verfahrenstechnischen Objekte vor dem Sensorelement
b) das Abbild in Gestalt der Zeitreihe elementarer impulsartiger Signale nach dem Sensorelement.

Nur das Abbild ist der Auswertung zugänglich. Da durch die nichträumliche Abbildung des Sensorelements ein erheblicher Informationsverlust unvermeidbar ist, sind scharfe Forderungen an das Sensorelement zu stellen, um diesen Verlust zu minimieren und die Eigenschaft des Fraktals auch im Abbild zu erhalten.

Diese Forderungen sind:

- Die wesentlichen verfahrenstechnischen Objekte und die „Zwischenobjekte", z. B. das Trägerfluid, sind einzeln ohne zeitliche Lücken zu erfassen.
  - Die Auflösungsparameter, wie Abtastzeit, Abmessung des Meßvolumens und Integrationszeitkonstante, sollen kleiner sein als die entsprechenden abzubildenden Merkmale der Objekte, wie Eigenzeit (Laufzeit durch einen Raumpunkt) und Abmessung
  - Die Meßpause ist kleiner als Abtastzeit und Zeitkonstante zu machen.
- Die Stichprobe ist als Positionsstichprobe zu behandeln. Die Reihenfolge der Meßwerte muß immer erhalten bleiben. Die Kenngrößen müssen abhängig sein von der Reihenfolge (Ordnung) der Meßwerte.
- Bei geordneten Stichproben können grobe Fehler durch unerkannte Synchronisationen und Schwebungen zwischen zyklischen Erscheinungen in der Probe und der zyklischen Abtastung entstehen. Eine geordnete Stichprobe ist daher mehrmals auszuwerten mit Variation des Startpunktes (Nullphasenlage).

Tafel. Informationsebenen in einem verfahrenstechnischen Prozeß

Ebene		Meßgrößen
3	*makroskopische Situation* der *technologischen* Anlage (z. B. Situation: *A* Normal; *B* Anfahren; *C* Teilanlage ausgefallen usw.)	situationsspezifisch, ähnlich Ebene 2 und Größen binären Charakters (Ein/Aus)
2	*makroskopischer Zustand* des *kybernetischen* Systems	makroskopische Zustandsgrößen: zeitlich-räumliche Mittelwerte $x(t)$ (Temperatur, Druck, Massenstrom usw.) $x(t)$: glatt, differenzierbar
1	*mikroskopischer Zustand* des *physikalischen* Systems	lokale, momentane, nichtgemittelte Größen x_t: nicht glatt, Fraktal

Die Forderung nach zufälliger Abtastung wäre ein Fehlschluß, denn die statistische Auswertung soll ja gerade auch die nicht zufälligen Erscheinungen in der Probe charakterisieren. Rechentechnisch zweckmäßig ist eine Logarithmierung von (1)

$$\lg L = \lg K_1 - K_2 \cdot \lg d = K_1^* - K_2 \cdot w = u(w) . \qquad (2)$$

Im doppeltlogarithmischen Maßstab sollte sich nach (2) eine linear abfallende Gerade als Grundtyp ergeben. Die gesuchten Parameter K_1, K_2 entsprechen dann $u(w = 0) = K_1^*$ und der Neigung

$$\left|\frac{du}{dw}\right| = K_2 .$$

Bei praktischen Messungen sind deutlich mehrere Bereiche zu unterscheiden (Bild 3). Die Eigengrößen der Objekte werden mit d_E bezeichnet.

Bereich 1, $d < d_{E\,min}$:

Ideale fehlerfreie Abtastung, erfaßt wird die maximale Kurvenlänge $L = L_{max}$ = konst.

Bereich 2, $d_{E\,min} \leqq d \leqq d_{E\,max}$:

Verlauf von $L(d)$ gemäß (1) und (2)

Bereich 3, $d > d_{E\,max}$:

Fall der „groben" Abtastung; auch die längsten Impulse (größten Objekte) werden nicht mehr gut abgebildet. Theoretisch ergibt sich ein Verlauf

$$L \sim \frac{1}{d^1}, \qquad K_2 = 1 .$$

Bereich 4, $d \gg d_{E\,max}$:

$L(d)$ kann resonanzartige Verläufe aufweisen, verursacht durch niederfrequente Periodizitäten im Stoffstrom. Hier ist die Beziehung zur Autokorrelationsfunktion gegeben.

Die Parameter K_1 und K_2 nach (1) lassen sich physikalisch interpretieren. K_1 hängt von der Impulsfläche, also der Teilchenabmessung ab. K_2 steht in Beziehung zum „Charakter" der Schwankungen der Impulsfolge, liefert hier also die vor allem interessierende Zustandsinformation. Bei Vorgaben zu Klassen von Teilchenströmen und Klassen von geometrischen Abbildern nach dem Sensorelement lassen sich K_1 und K_2 analytisch vorhersagen. Für ruhende geometrische Gebilde wurden diese Berechnungen begonnen [2] und [5].

Bild 4 enthält die Funktion $L(d)$ nach [6], gemessen an einem Gas-Feststoff-Wirbelreaktor. In diesem Fall ist $d_1 = T_A$ (T_A Abtastzeit = Meßzeit, Meßpause 0). Die Erhöhung von d erfolgt im Meßwertverarbeitungsprogramm durch Lückenbildung.

$$d_1 = 1 \cdot T_A \qquad \{x\}_1 : (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N) ,$$
$$d_2 = 2 \cdot T_A \qquad \{x\}_2 : (x_1, x_3, x_5, \dots) ,$$
$$d_3 = 3 \cdot T_A \qquad \{x\}_3 : (x_1, x_4, x_7, \dots) .$$

Der Bereich 1 nach Bild 3 tritt im Bild 4 nicht auf, da das Sensorelement dafür noch zu groß und zu langsam war.

4. Statistische Parameter-Zeit-Funktion bei Fraktalen

Die Abbildung von geometrisch komplexen Gebilden mittels Einzelsensoren ist mit einem beträchtlichen Informationsverlust verbunden. Im einfachen Fall wird mit nur einem punktartigen Sensor entlang einer Sehne im Stoffstrom lediglich der Verlauf einer physikalischen Größe gemessen. Es ist anzustreben, Mehrfachsensoren einzusetzen und mehrere Informationsparameter einer fraktalen Meßwertfolge auszuwerten.

Mikrophysikalische *Zustände* erfordern zu ihrer Charakterisierung *Funktionen* als Abbild der zeitlichen Bewegungsabläufe im Stoffstrom. In eigenen Untersuchungen werden daher nicht nur die Funktion $L(d)$, sondern auch Funktionen statistischer Parameter in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang gebildet.

Diese Funktionen, z. B.

$$\bar{x} = \frac{1}{T}\int_0^T x(t)\,dt = f(T) ,$$

werden als Parameter-Zeit-Funktionen bezeichnet.

Die weitere Diskussion soll anhand von drei neuen Hypothesen erfolgen:

- Unter der Voraussetzung von Stationarität konvergiert eine Parameter-Zeit-Funktion gegen einen Grenzwert (Erwartungswert).
- Unter den Voraussetzungen eines „normalen" technologischen Prozesses, wie Beschränkung von Massen- und Energiedichte, Beschränkung der Transportgeschwindigkeit, Überlagerung von zufälligen und geordneten Strukturen in der Folge verfahrenstechnischer Objekte usw., existieren Grenzfunktionen, die Bereiche festlegen, in denen bei Versuchswiederholung die Parameter-Zeit-Funktionen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit α liegen.

  Für die Grenzfunktionen gilt in einem Definitionsbereich die Beziehung

$$\bar{x}_{gr}(T) - E(x) = y(T) = K_3 \cdot \frac{1}{T^{K_4}} , \qquad T_{min} \leqq T \leqq T_{max} . \qquad (3)$$

  T Beobachtungszeit, Dauer der Stichprobe

  Formal ähnelt diese Beziehung (1) und (2).
- Das Wertetupel (K_3, K_4) charakterisiert die fraktale Meßwertfolge in analoger Weise wie (K_1, K_2) bei der Analyse der Kurvenlänge $L(d)$.

Der prinzipielle Verlauf der Funktion, wieder im doppeltlogarithmischen Maßstab, ist im Bild 5 dargestellt.

Bereich 1:

Die Stichprobe ist zu klein sowohl bezüglich des Umfangs der erfaßten zufälligen Schwankungen als auch hinsichtlich der Dauer geordneter Strukturen oder zyklischer Komponenten. Der Stichprobenfehler ist daher für eine Auswertung zu groß.

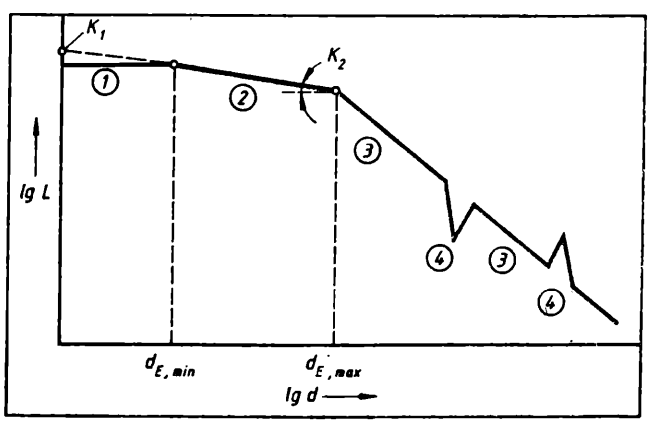


Bild 3. Kurvenlänge L als Funktion der Sensorauflösung d

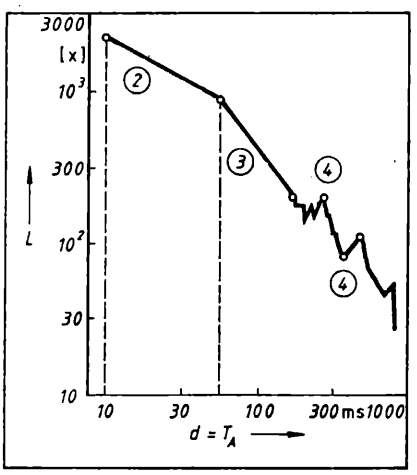


Bild 4. Kurvenlänge $L(d)$ bei Prozeßmessung in einem Gas-Feststoff-Wirbelprozeß

„stoßende" Schicht, Dichtemessung mit Gammastrahlung, primäre Abtastzeit $T_A = 10$ ms ▶

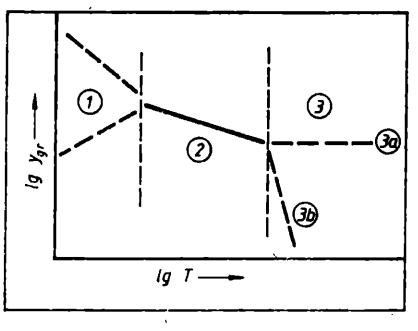


Bild 5. Mittelwert-Zeit-Funktion

$y_{gr}(T) = |\bar{x}_{max}(T) - E(x)|$

$x_{max}(T)$ maximale Mittelwert-Zeit-Funktion ▶

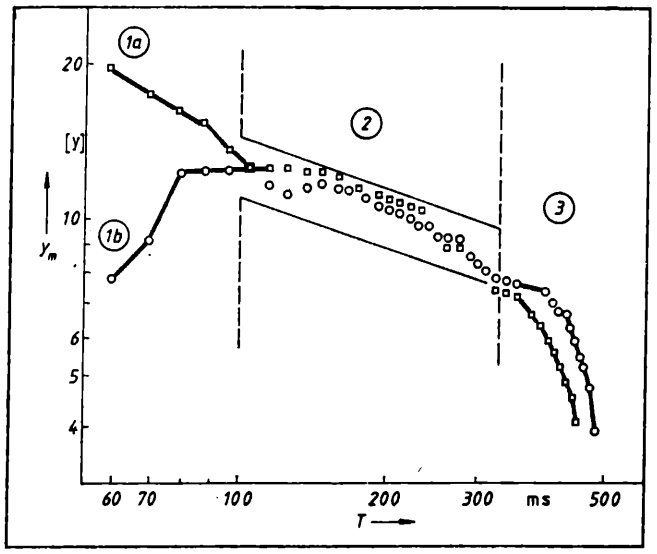


Bild 6. Mittelwert-Zeit-Funktion $y_m(T) = |\bar{x}_m(T) - E(x)|$
$\bar{x}_m(T)$ mittlere Mittelwert-Zeit-Funktion
„kochende" Schicht, Dichtemessung mit Gammastrahlung, primäre Abtastzeit $T_A = 10$ ms
1a, 1b zwei Realisierungen

Bereich 2:

Hier liegt der gesuchte Zusammenhang vor, für den Werte für K_3 und K_4 bestimmbar sind.

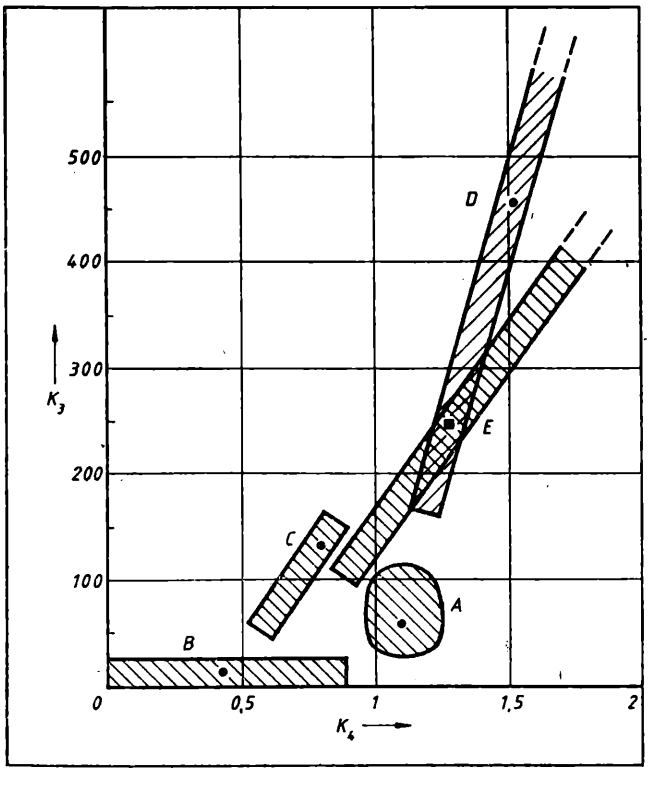
Bereich 3:

In diesem Bereich wirken sich der systematische Schätzfehler des Erwartungswertes $E(x)$ bei der Bildung von y sowie die unterschiedliche T-Abhängigkeit zufälliger und nichtzufälliger Signalkomponenten aus.

Je nach Schätzmethode und Prozeßzustand können sich im Bild 5 die Verläufe 3a oder 3b ergeben.

Bild 6 veranschaulicht ein experimentelles Ergebnis am Gas-Feststoff-Wirbelreaktor für zwei unterschiedliche Stichproben des gleichen mikrophysikalischen Prozeßzustandes [7].

Bild 7. K_3—K_4-Diagramm
mikrophysikalische Zustände: *A* ruhende Schicht; *B* klassierende Schicht; *C* kochende Schicht; *D* brodelnde Schicht; *E* stoßende Schicht
● $(\bar{K}_3, \bar{K}_4)$: Mittelwert über Startpunktvariationen
□ Streubereich der einzelnen Realisierungen ohne Startpunktvariation



Man erkennt, daß im Definitionsbereich 2

a) der Fehler der Stichproben, wie erwartet und gewünscht, minimal ist
b) die hypothetische Annahme einer linearen Funktion $u(w)$ gemäß (2) nur eine Näherung darstellt (formale Identifikation).

Demnach erscheint die Näherung brauchbar, da bei mikrophysikalischen Zustandsänderungen die zustandsbedingten Änderungen $\Delta K/E(K)$ größer sein können als die zustandsbedingten Änderungen der Erwartungswerte konventioneller Mittelwerte $\Delta\bar{x}/E(x)$, die technologischen Beschränkungen unterliegen, d. h.

$$\frac{\Delta K)}{E(K)} \geqq \frac{\Delta\bar{x}}{E(x)}.$$

Somit sind bei mikrophysikalischen Größen höhere Meßfehler als bei Mittelwertmessungen durchaus zulässig.

5. Erkennung des mikrophysikalischen Zustands über Merkmale fraktaler Meßwertfolgen

Ergebnis der prozeßnahen Meßwertverarbeitung sind die Wertetupel

$$(K_1, K_2, \Delta K_1, \Delta K_2)$$

und

$$(K_3, K_4, \Delta K_3, \Delta K_4)$$

mit dem Fehler ΔK_i des Parameters K_i.

Diese Wertetupel sollen sich für die einzelnen Prozeßzustände signifikant unterscheiden. Im K_1-K_2- oder K_3-K_4-Diagramm nach Bild 7 bedeutet das, daß die für einen Zustand meßbaren fehlerbehafteten K-Werte Cluster bilden, die sich nicht überschneiden.

Im Bild 7 sind die Ergebnisse für einen Gas-Feststoff-Wirbelreaktor zusammengefaßt [7].

Eingetragen sind die Mittelwerte (K_3, K_4), wenn eine experimentelle Probe mehrmals nach Startpunktvariation ausgewertet wird.

$$\begin{aligned}
\{x\}_1&: \backslash x_1, x_2, x_3, \dots, x_{m-1}, x_m \quad \backslash \\
\{x\}_2&: \backslash\ x_2, x_3, \dots, x_{m-1}, x_m, x_1 \quad \backslash \\
&\quad \backslash \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \backslash \\
\{x_m\}&: \quad \backslash \qquad x_m, x_1, x_2, x_3, \dots, x_{m-1} \quad \backslash .
\end{aligned}$$

Bei m Meßwerten sind durch Variation der Nullphasenanlage m Stichproben ableitbar, die in der Praxis jedoch nicht vollständig notwendig sind. Im Bild 7 ist außerdem der große Fehlerbereich angegeben, wenn nur eine Stichprobe $\{x\}_1$ analysiert wird. Die Zustände D und E wären in diesem Fall nicht sicher unterscheidbar.

Zusammenfassung und Ausblick

Moderne intensive Verfahrenstechnologien stellen anspruchsvolle theoretische und technische Herausforderungen an die Sensortechnik und die damit verbundene Signalvorverarbeitung für Prozeßsteuerung und Situationserkennung dar.

Es zeichnen sich neuartige, realisierbare, informationelle Möglichkeiten auf der Ebene elementarer verfahrenstechnischer Objekte ab. Gegenwärtig werden die Grundprobleme physikalischer, geometrischer und signaltheoretischer Natur untersucht. Gleichzeitig werden umfangreiche experimentelle Arbeiten zum wissenschaftlichen Gerätebau und zur Sammlung von Erfahrungen an simulierten und an realen Automatisierungsobjekten notwendig sein, um reale Fortschritte zu erzielen

Literatur

[1] Autorenkollektiv: Analyse und Steuerung von Prozessen der Stoffwirtschaft. Berlin: Akademie-Verlag 1971.
[2] *Mandelbrot, B. B.*: Fractals. San Francisco: W. H. Freeman and Company 1977.
[3] *Stoyan, D.*: Die nicht-ganzzahlige Dimension. Wissenschaft und Fortschritt 28 (1978) 12, S. 476–479.
[4] *Petrak, D.; Hoffmann, A.*: Meßmethoden zur quantitativen Erfassung von Mehrphasenströmungen. Freiberger Forschungshefte A 608. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1980.
[5] *Türk, M.; Heidenreich, E.*: Untersuchungen zur Teilchenformanalytik. Forschungsbericht TU Dresden, Sektion Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik. 1983.
[6] *Moschütz, H.*: Echtzeitsignalanalyse bei extrem kleinen und schnellen Sensoren für Zustandssteuerung. Diplomarbeit, TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen, 1986.
[7] *Demmler, S.*: Berechnung von mikrophysikalischen Kenngrößen für einen realen physikalischen Modellreaktor unter besonderer Beachtung des Nachweises von Zustandsänderungen. Beleg, TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen, 1986.

msr 8804

W. Barth; K.-J. Müller; F. Reichel; G. Zeun

Robotersteuerung IRS 713 (Teil 2)[1)]

6. Softwarestruktur

Einen Überblick über die Softwarekomponenten und ihre funktionelle Zuordnung zur Hardware gibt Bild 10. Der speziell zugeschnittene Betriebssystemkern genügt hohen Echtzeitforderungen. Er organisiert die Kommunikationsprozesse mit den drei Slaves, die Prozeßdatenerfassung und -ausgabe sowie das pünktliche Starten von Arithmetik- und Havarieschutzprogrammen. Seine Moduln sind als Interruptroutinen mit konstanter Priorität ausgelegt, die in festem Rhythmus einen Ring weniger zeitkritischer Hintergrundprogramme unterbrechen. Letztere sind durchgängig zustandsorientiert organisiert, um eine kurze Hintergrundzykluszeit zu gewährleisten (etwa 30 ms bei ruhendem Roboter, das 3- bis 4fache bei Verfahrbewegungen). Das Zeitverhalten der IRS 713 zeigt das Taktdiagramm Bild 11.

7. Bedienung und Programmierung

Die Bedienung und Teach-in-Programmierung erfolgt über die im Abschnitt 5. beschriebene Bedientafel BT 700 [5].

7.1. Betriebsarten

Einrichten EINR

Die NC-Achsen werden im freien oder gebundenen Schrittmaß mit den Tasten „+" oder „−" verfahren. Nach Vorwahl der Tasten „GR" bzw. „PAL" und Betätigung von „+" bzw. „−" werden Bits in den Merkerkanälen M89 bis M92 gesetzt, die über die interne SPS für nichtnumerische Achsen verarbeitet werden können.
Für die G-Befehle ist eine Wertzuweisung möglich.

Referenzpunktaufnahme REFP

Sie erfolgt teilautomatisch für 1 bis 6 Achsen in 2 Etappen:
- Anfahren der Referenzschalter (Initiatoren)
- eigentliche Referenzaufnahme (Auswertung der H/L-Flanke beim Verlassen des Schalters).

Automatikbetrieb AUTO

Es erfolgt der automatische Ablauf eines vorher erstellten technologischen Haupt-(%) bzw. Unterprogrammes (%L) bis Programmende.

Schrittautomatik SAUT

Nach jedem Satz des Haupt- bzw. Unterprogrammes erfolgt STOP, und der nächste Satz muß über START aktiviert werden.

Satzsuchlauf SASU

Das Programm läuft bis zu dem vorgewählten Satz im „Leerlauf", d. h. ohne Verfahrbewegungen und Schaltbefehle, und geht in STOP. In den Betriebsarten AUTO und SAUT ist eine gezielte Fortsetzung möglich.

Programmieren PROG (Menübetriebsart)

- *TEACH IN*
  Eingabe, Anzeige und Korrektur von technologischen Haupt- bzw. Unterprogrammen anhand der Programmieranleitung. Möglich ist eine Hybrideingabe:
  . Texteingabe
  . indirektes „Teach in"
  . Satzrealisierung
- *SPS-Programmierung*
  Eingabe, Anzeige und Korrektur von SPS-Programmen
- *Generierung*
  Anwendergenerierung von G-, D-Befehlen und den Variablen der H-Befehle
- *Quittierung H-Befehle*
  Anstehende Quittungen können simuliert werden.

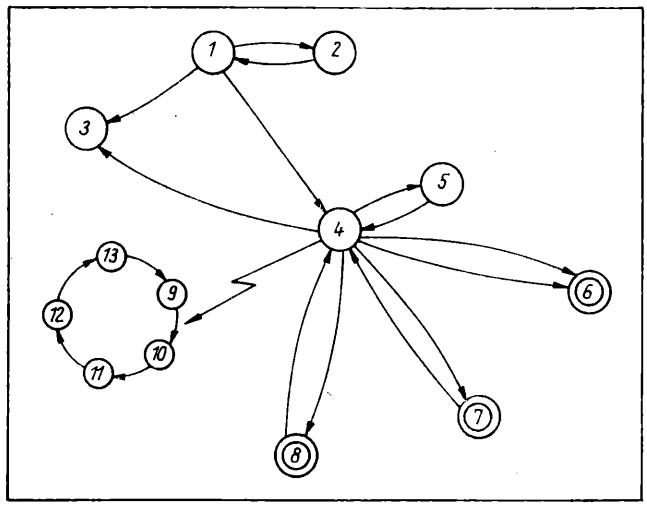


Bild 10. Softwarekomponenten

1 Einschaltdiagnostik; *2* SPS-Übersetzer; *3* Off-line-Monitor; *4* Echtzeitsteuersystem (2 Kbyte); *5* Wegesteuerung (5 Kbyte); *6* SPS-Betriebssystem (2,5 Kbyte); *7* Leitrechner-Betriebssystem (4 Kbyte); *8* Tableaurechner-Betriebssystem; *9* NC-Steuerprogramm; *10* NC/SPS-Editoren (2,5 Kbyte); *11* DNC-Steuersystem; *12* On-line-Monitor; *13* Diagnostik und Fehleranzeige

- *Magnetband und Lochstreifen*
  Technologische Haupt- bzw. Unterprogramme, SPS-Programme und die Generierung der G-, H- und D-Befehle können über diese Peripherie ein- bzw. ausgegeben werden.

Off-line-Monitor OFFL (Menübetriebsart)
Folgende Monitorfunktionen sind mit Bedienerführung möglich:

- Speicherarbeit
- PROM-Programmierung
- Eingabe-/Ausgabe-Arbeit
- Lochstreifenbetrieb
- Diagnostik-Modul-Arbeit.

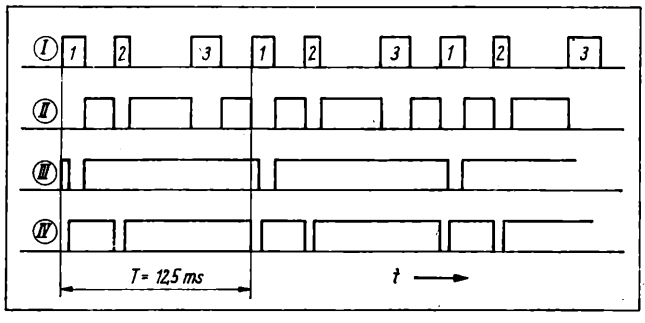
DNC-Betrieb DNC
Technologische Haupt- bzw. Unterprogramme, die Generierdaten der G-, H- und D-Befehle, Steuersignale und Zustände können von der IRS zum Leitrechner und umgekehrt überspielt werden.

7.2. NC-Programmierung

Die Eingabe der Programme ist über das BT 700 (Betriebsart PROG), Kassettenmagnetband, Lochbandleser oder den DNC-Anschluß möglich. Der Programmaufbau und der Befehlssatz ist an die TGL 42500 und TGL 200-0863/01 angelehnt [4].

Bild 11. Taktdiagramm

I Echtzeitsteuerkern: *1* Zeitbasis, Datenaustausch mit Slaves 1und 2, Havarieschutz, D/A-Wandlerbedienung; *2* Datenaustausch mit Slave 2 und Tableau, Start Wegesteuerung alle 4 T; *3* Prozeßdatenerfassung, Einfachlogik
II Hintergrund; *III* Slave 1 (Lageregelung); *IV* Slave 2 (Logikverarbeitung)



[1)] Teil 1 erschien im Heft 3/1988.

7.2.1. Befehlssatz allgemein

%Ø01 ... %999	Hauptprogrammnummer
%LØØ1 ... %L999	Unterprogrammnummer
NØØ1 ... N999	Satznummer
FØØ1 ... F1ØØ	Geschwindigkeit in Inkrementen/ms
A1 ... A6	−8388608 ... +8388607 Sollwertvorgaben für die Achsen 1 bis 6
MØ	Programmstop
M2	Logisches Programmende
MlØ/11	Greifer 1 öffnen/schließen
M17/18	Greifer 2 öffnen/schließen
M2Ø Nxyz	unbedingter Sprung zu Satz xyz
M22	Unterprogrammende
M95	Zyklusbeginn

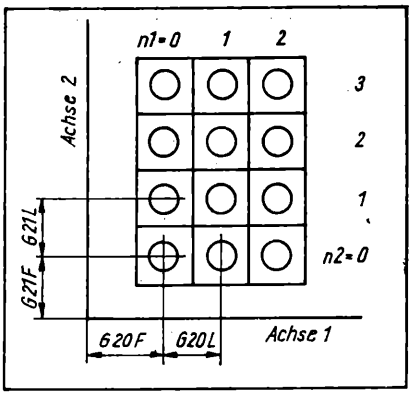
7.2.2. G-Befehle

G4Ø1 ... G499	Zeitglied von 100 ms bis 9,9 s (addierbar bis etwa 109 min) Beispiel: G499 G451 = 9,9 s + 5,1 s = 15 s.
G11 ... G16	Achszuweisung für A1 ... A6 für die Befehle G2Ø ... G31
G2Ø ... G23	zählerabhängige relative Sollposition (siehe Tafel 3) *Beispiel*: G2Ø = G2ØF + (n1 · G2ØL) G2Ø programmierter Befehl; G2ØF generierter Festwert; n1 Zähler 1; G2ØL generierter Abstandswert
G24 ... G27	relative Sollposition *Beispiel*: G24 = X1ØØØ + G24L G24 programmierter Befehl; X1ØØØ Sollposition A1; G24L generierbarer Abstand
G28 ... G31	relative Sollposition *Beispiel*: G28 = G12Ø − G28L
G1ØØ ... G119 G12Ø ... G139 G14Ø ... G159 G16Ø ... G179 G18Ø ... G199 G2ØØ ... G219	generierbare Sollpositionen Achsen 1 bis 6

Der zulässige Wertebereich für diese generierbaren Sollpositionen beträgt wie bei den Achssollwerten −8388608 ... 8388607 Inkremente.
Vorteile sind:

- Modifizierung mit G7Ø ... G79 möglich
- Mehrmals in einem Programm bzw. mehreren Programmen vorkommende gleiche Achspositionen müssen bei Werteänderung nur *einmal* neu generiert werden.

Bild 12. Beispiel für zählerabhängige G-Befehle



G32	Modifizierung der Sollpositionen G1ØØ bis G219 entsprechend G74 (= Ø) ... G79 (= 5) *Beispiel*: G76 G32 G11Ø → Sollposition G 112
G36	Modifizierung der Sollpositionen G1ØØ .. G219 entsprechend G7Ø (= Ø) ... G73 (= 3)
G6Ø/G64	Fein-/Grobpositionierung
G38/G39	Die Zähler V85 ... 88 werden inkrementiert/dekrementiert (siehe Tafel 3)
G7Ø ... 73 G74 ... 79	Modifizierungsbefehle a) Modifizierung von Sollpositionen (siehe G32, G36) b) Modifizierung von Variablen Die Variablen der H-Befehle (generiert nach Kanalnummer, Bitnummer und Modifikator) werden entsprechend Tafel 1 modifiziert. c) Modifizierung der Zähler (nur G7Ø ... 73, siehe Tafel 3)

Beispiel für zählerabhängige G-Befehle:

- Generierung (siehe Bild 12):
  G2ØF = Anfangspunkt } Achse 1
  G2ØL = Abstand }
  G21F = Anfangspunkt } Achse 2
  G21L = Abstand }
  n1 = Zähler 1; V85 = ØØ Ø2 (siehe auch H85 ... H88)
  n2 = Zähler 2; V86 = ØØ Ø3
  (Ist-wert / Grenz-wert)
  Die neuen Sollpositionen ergeben sich zu:
  G2Ø = G2ØF + (n1 · G2ØL)
  G21 = G21F + (n2 · G21L)
- Programmierung:
  Nxx: G7Ø G11 G2Ø (Achse 1)
  Nxx: G7Ø G12 G21 (Achse 2)

Tafel 3. Zählerbefehle

Zähler 0 ... 15			Grundvariante (4 Zähler)				erweiterte Variante (16 Zähler) → Generierung		
			n1	n2	n3	n4	n5		n16
Zählergruppenwahl		Symbol		Gruppe 1			Gruppe 2	...	Gruppe 4
		Befehl		G70			G71		G73
Inkrementieren/Dekrementieren (bedingungsabhängig)		1. Befehl		G38/G39				G38/G39	
		2. Befehl	H085 H185	H086 H186	H087 H187	H088 H188	H085 H185	...	H088 H188
		Bedingungsvariable	V81/ = {0 1	V81/1 = {0 1	V82/1 = {0 1	V83/1 = {0 1	V80/2 = {0 1	... ...	V83/4 = {0 1
Zählerinhalt mit 0 laden		1. Befehl		G38				G38	
	Zählerinhalt mit Grenzwert laden	1. Befehl		G39				G39	
		2. Befehl	H80	H81	H82	H83	H80	...	H83
Zählerinhalt		Variable	V85/1	V86/1	V87/1	V88/1	V85/2	...	V88/4

G70 = Zuordnung Zählergruppe 1
G11 = Achse 1
G12 = Achse 2
G20 = relative Sollposition für Achse 1
G21 = relative Sollposition für Achse 2

7.2.3. D-Befehle

a) achsbezogene Korrektur

DX0 ... DX9	X = 1 ... 6 entsprechend der Achse; müssen vor der Programmierung generiert werden
DX0 ... DX2	Achskorrekturwert nur im jeweiligen Satz wirkend (mehrere programmierte Werte werden addiert)
DX3 ... DX9	Achskorrekturwert bis Programmende wirkend (schließen sich gegenseitig aus)

Beispiel:

D10 wird mit 100 Inkrementen, D11 mit 200 Inkrementen generiert.
Nxx D10 × 1000 → x = 1100
Nxy D10 D11 × 2000 → x = 2300

b) programmierbare Verfahrwegbeschränkung

D70 mit Achswert	Verfahrwegbeschränkung in Minusrichtung
D71 mit Achswert	Verfahrwegbeschränkung in Plusrichtung
D72	Verfahrwegbeschränkung entsprechend den generierten Werten der Softwareendschalter.

Beispiele:

D70X — 100 000	Verfahrwegbeschränkung X-Achse in Minusrichtung — 100000 Inkremente
D71X +200000	Verfahrwegbeschränkung X-Achse in Plusrichtung +200000 Inkremente

Tafel 4. Variablenmodifikation

Modifikator	der Variablen zugeordnete Abbildadresse		
n	Befehl	Bitnummer	Kanalnummer
0	—	r	ss
1	G70	r	
	G71	r + 1	ss
	G72	r + 2	
	G73	r + 3	
2	G74		ss
	G75		ss + 1
	G76	r	ss + 2
	G77		ss + 3
	G78		ss + 4
	G79		ss + 5

Aufbau der Variablen (2 byte): n r ss; n Modifikator (0 ... 3); r Bitnummer (0 ... 7); ss Kanalnummer 0 ... 99

Beispiel: Nxy ... G72 H200 Setzen Ausgang Kanal 25, Bit 05
Generierung V100 = 1325 (n = 1, r = 03, ss 25)
Wirkung durch Bitmodifikation mit G72 H200 → Kanal 25
Bit 05 = L

Tafel 5. Quittungsbefehle

Befehl	Quittierung	Quittierungsbedingung erfüllt, wenn Variable		
H000 ... H031 H100 ... H131	NC-Satz „UND"	V00 ... V31	nicht gesetzt gesetzt	logisches UND möglich
H032 ... H047 H132 ... H147	NC-Satz „ODER"	V32 ... V47	nicht gesetzt gesetzt	logisches ODER möglich
H048 ... H055 H148 ... H155	Unter- programm	V48 ... V55	nicht gesetzt gesetzt	
H056 ... H063 H156 ... H163	Zyklus	V56 ... V63	nicht gesetzt gesetzt	
H064 ... H079 H164 ... H179	bedingter Sprung	V64 ... V79	nicht gesetzt gesetzt	logische UND-/logische ODER-Bedingung möglich

Anzahl der Bedingungen und Befehle kann durch die Modifizierung (G70 ... G73 und G74 ... G79) bedeutend erweitert werden.

7.2.4. H-Befehle

Bei Verwendung der H-Befehle müssen die zugehörigen Variablen generiert werden. Für die Quittungs- und Setz-/Rücksetzbefehle ist der Aufbau der Variablen aus Tafel 4 ersichtlich.

— Quittungsbefehle (Tafel 5)
— Setz-/Rücksetzbefehle

H200 ... H299	Setzen von Ausgang oder Merker entsprechend generiertem V100 ... V 199
H300 ... H399	Rücksetzen von Ausgang oder Merker entsprechend generiertem V100 ... V199
H84	Rücksetzen aller V100 ... V199
H89	Setzen aller V100 ... V199
H90 ... H94	Die generierten Variablen V95 ... V99 (Merker) werden entsprechend dem Zustand der generierten Variablen V90 ... V94 gesetzt oder rückgesetzt (Speicher für Impulseingänge)

— Zählerbefehle (siehe auch Tafel 3)

Die Variablen V85 ... V88 der Zählerbefehle bestehen aus 2 byte für den Ist- und Grenzwert von 0 ... 99.

H085 ... H088	Die Variablen V85 ... 88 (Zähler 1 ... 4) werden um 1 erhöht (bei G38)
H185 ... H188	oder um 1 verringert (bei G39), wenn die generierten Variablen V80 ... V83 nicht gesetzt bzw. gesetzt sind. Nach Zählerkoinzidenz wird Bit 0 des Kanals 86 gesetzt und in den Istwert des Zählers Null (G38) bzw. der Grenzwert (G39) eingetragen.

Beispiel (*siehe auch Tafel 3*):

Es soll der Zähler n5 (1. Zähler der 2. Zählergruppe) dekrementiert werden, wenn das Bit 3 im Kanal 05 Null ist.

— Programmierung:
Nxx ... G71 Anwahl der 2. Zählergruppe
Nxx ... G39 H85 bedingungsabhängiges Dekrementieren
— Generierung:
V85/2 entsprechend gewünschtem Ist- und Grenzwert
V80/2 = 0 3 05
0 Modifikator; 3 Bitnummer; 05 Kanalnummer

H80 ... 83	In den Istwert der Variablen V85 ... 88 (Zähler 1 ... 4) wird eine Null (G38) bzw. ein Grenzwert (G39) eingetragen.

Abschließende Einschätzung

Mit der IRS 713 steht ein Steuerungssystem zur Verfügung, das in seinem Leistungsvermögen wesentlich über seine Vorgängermodelle hinausgeht.
Das Konzept der Vereinigung von Logik- und Leistungsteil in einem Gefäß erleichtert dem Roboterhersteller die technische und kommerzielle Abwicklung des industriellen Steuerungseinsatzes.
Die hohe Rechenleistung und die weit ausgebauten Peripherieschnittstellen erlauben den Anschluß komplexer Anlagen und die simultane Abwicklung von Steuerungsaufgaben neben der Grundfunktion der Robotersteuerung. Der serielle Systemanschluß macht die Steuerung weiterhin zu einem geeigneten Automatisierungsbaustein in flexiblen Fertigungssystemen der zerspanenden Fertigung, die über Prozeßrechner gesteuert werden. Der funktionelle Leistungsumfang und die Projektierungsfähigkeit erleichtert den Einsatz der IRS 713 sowohl bei der betrieblichen Rationalisierung als auch den Serieneinsatz bei zentralen Roboterherstellern und schafft damit eine wichtige Voraussetzung für den Breiteneinsatz von modernen Industrieroboter.

Literatur

[1] *Barth, W.; Gerstenberger, H.; Hercht, J.; Reichel, F.:* Robotersteuerung IRS 600. rfe, Berlin 31 (1982) 9, S. 563—566 Teil 1.; 10, S. 632—634 Teil 2.
[2] Projektierungsrichtlinie IRS 713, Kundendokumentation NKM 468596-1 Pro 4.
[3] Funktionsbeschreibung IRS 713. Kundendokumentation NKM 468572-6 Fb 4.
[4] Programmieranleitung IRS 713. Kundendokumentation NKM 468572-6 Pa 4.
[5] Bedienanleitung IRS 713. Kundendokumentation NKM 468572-6 Ba 4.

mar 8623

Th. Hofmann; J. Bergmann

Informationsflußorientierte Darstellung auf Wartenbildschirmen — eine Möglichkeit zur Verbesserung der Mensch-Anlagen-Kommunikation

0. Einleitung

Für die Gestaltung von Prozeßleiteinrichtungen besteht die Forderung nach einer adäquaten Beachtung der objektiven Arbeitsanforderungen (Aufgaben und Bedingungen) sowie der subjektiven Arbeitsvoraussetzungen (Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten) [1]. Das gilt in besonderem Maß für die Gestaltung der Informationsdarstellung auf Leitstandsbildschirmen als einer wesentlichen Komponente der tätigkeitsspezifischen Kommunikationsbedingungen. Die derzeit vorwiegend feststellbare Gestaltungspraxis wird dieser Forderung nicht in vollem Umfang gerecht. Im Gegensatz zur Bürotechnik, wo die Informationsdarstellung nahezu ausschließlich vom Anlagenhersteller gestaltet wird, ist bei Prozeßleiteinrichtungen der Trend feststellbar, die Spanne von Darstellungs- und Gestaltungsmöglichkeiten möglichst breit zu halten und die Problematik der Optimierung von Darstellungen dem Nutzer der Anlage zu übertragen. Mit den in weiten Grenzen freiprogrammier- und konfigurierbaren Darstellungsformen steigen zunächst die Anforderungen an den Projektanten. Die Vielzahl der Möglichkeiten und Varianten der Darstellung animieren ihn geradezu, weitgehend intuitiv und empirisch an die Projektierung des Informationsangebotes heranzugehen. Entstehende Freiheitsgrade führen dabei nicht zwangsläufig zu Verbesserungen sondern oft zur Anwendung konventioneller Gestaltungsmethoden auf die neue Technik. Dem kann nur mit Gestaltungshilfen in Form handhabbarer Arbeitsmittel [1] für den Projektingenieur begegnet werden. Nachfolgend wird eine neuartige Gestaltungskonzeption für die Informationsorganisation auf Wartenbildschirmen in Zusammenhang mit einem entsprechenden Bearbeitungsalgorithmus vorgestellt.

1. Einflußkomponenten und deren Wechselwirkungen

Ausgehend von der Struktur des Gesamtsystems Mensch-Technische Anlage können für die Gestaltung der Informationsdarstellung drei grundlegende allgemeingültige Einflußkomponenten benannt werden [1]:

- Merkmale der konkreten Arbeitsaufgaben in der Warte (z. B. Komplexität, Schwierigkeitsgrad, Zeitstruktur usw.)
- Merkmale der subjektiven Arbeitsvoraussetzungen (personelle physische und psychische Bedingungen des Wartenfahrers)
- Merkmale der übrigen arbeitsmittelbezogenen Bedingungen im Wartenraum (Darstellungsmöglichkeiten, gerätetechnische Restriktionen usw.).

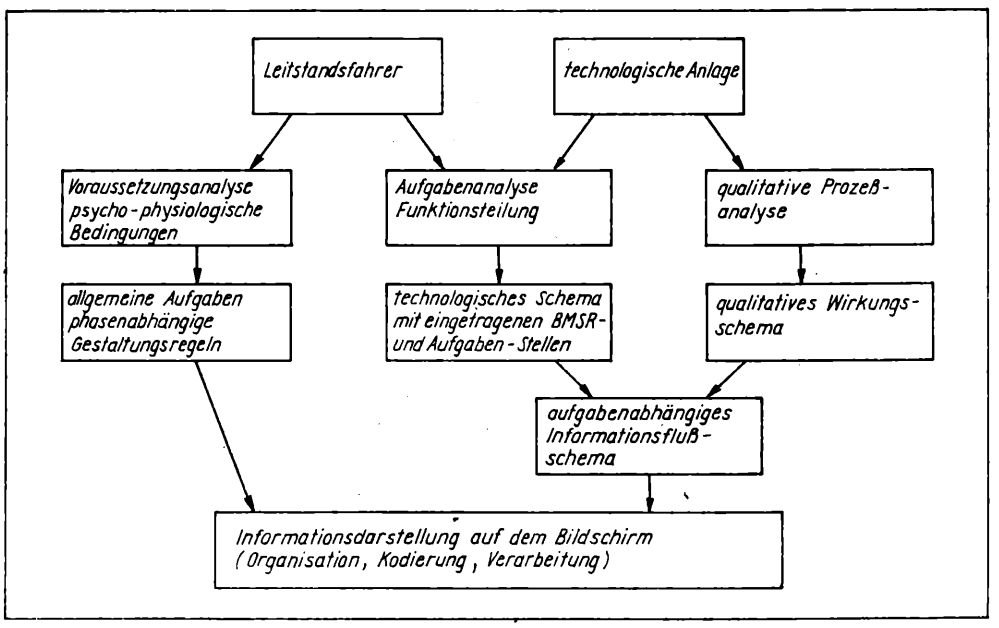


Bild 1. Einflußkomponenten der Informationsdarstellungsgestaltung

Eine beanspruchungsoptimale Informationsdarstellung bedingt die gleichberechtigte Einbeziehung der charakteristischen Merkmale der genannten Komponenten und ihrer Wechselwirkungen in den Gestaltungsprozeß. Ausgangspunkt der Entwurfsarbeit (Bild 1) ist deshalb eine gründliche Analyse der personellen Voraussetzungen, der übertragenen Aufgaben und der prozeß- und anlagenspezifischen Bedingungen.

Die sich aus den psycho-physiologischen Grenzwerten des Menschen (z. B. der Informationsaufnahme- und -verarbeitungskapazität) ergebenden Grundgestaltungsrichtlinien betreffen vor allem die Entdeckbarkeit, Identifizierbarkeit und Interpretierbarkeit [1]. Hierzu liegen nahezu vollständig entsprechende Aussagen für Bildschirmarbeitsplätze vor (u. a. [2] bis [4]). Gegenüber diesen von der konkreten Aufgabenstruktur und den konkreten Anlagenbedingungen abstrahierten Erkenntnissen ist das Aufstellen von Forderungen an das Informationsangebot, die sich aus konkreten Wartenaufgaben ergeben, ungleich komplizierter. So wird jede Wartentätigkeit vor und während der Ausführung anhand eines inneren Modells analysiert, programmiert und kontrolliert [5]. Abhängig von den Merkmalen der Arbeitsaufgaben (Anforderungsgrad, Aufgabenschwierigkeit, Auftrittshäufigkeit) erfolgen diese Vorgänge auf unterschiedlichen Regulationsebenen (intellektuell, perzeptiv-begrifflich, sensumotorisch) [5], d. h. mit mehr oder weniger gedanklicher Vorarbeit (Informationsverarbeitung) durch den Wartenfahrer.

Dipl.-Ing. *Thomas Hofmann* (31) erlernte den Beruf eines Mechanikers für Büromaschinen (mit Abitur). 1976 bis 1977 Tätigkeit als Facharbeiter im Kombinat VEB Carl Zeiss JENA. 1978 bis 1982 Studium der Automatisierungstechnik an der TH Leipzig. 1982 bis 1986 befristeter Assistent am Lehrstuhl „Projektierung von Automatisierungsanlagen" der Sektion Automatisierungsanlagen der TH Leipzig. 1986 bis 1987 planmäßige Aspirantur an dieser Sektion.

Dr. sc. techn. *Jürgen Bergmann* (52) erlernte den Beruf eines Möbeltischlers. 1954 bis 1965 Tätigkeit als Facharbeiter und Meister in der Möbel- und Pianoindustrie. 1960 bis 1965 Ingenieur-Fernstudium an der Ingenieurschule für Holztechnik in Dresden. 1965 bis 1977 Projektingenieur im VEB Zentrales Projektierungsbüro für Holz- und Kulturwaren Leipzig. 1966 bis 1969 Ingenieur-Fernstudium „BMSR-Technik" an der Ingenieurschule Jena. 1970 bis 1975 Hochschul-Fernstudium „Technische Kybernetik" an der TU Dresden. Seit 1978 Assistent für Lehre und Forschung am Lehrstuhl „Projektierung von Automatisierungsanlagen" der Sektion Automatisierungsanlagen der TH Leipzig. 1981 Promotion A, 1984 Promotion B an der TH Leipzig.

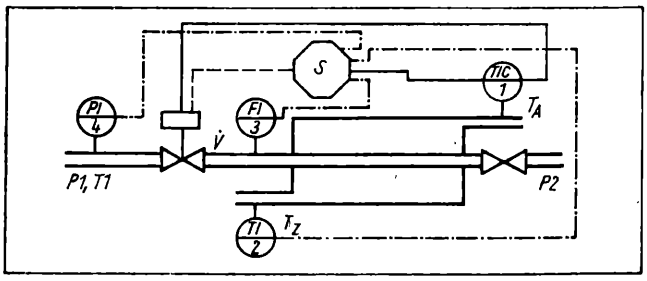


Bild 2. Aufgabenregistrierung im Technologischen Schema am Beispiel eines Wärmeübertragers

Komplexität und Dynamik der die Aufgaben determinierenden Prozeßparameter sowie Umfang und Struktur dieses „inneren Modells", als eine durch Qualifikation zu erwerbende Komponente der Arbeitsvoraussetzungen, bestimmen ganz wesentlich den spezifischen Informationsinhaltsbedarf (z. B. Verhältnis Zusatz-/Nutzinformationen, konkret-abstrakte/anschaulich-bildliche Darstellungen) des Wartenfahrers. Beim Einsatz moderner Kommunikationseinrichtungen muß die Möglichkeit einer flexiblen, dynamischen Informationsdarstellung zur Herstellung einer „Kompatibilität" zu dem jeweiligen „inneren Modell" genutzt werden. Dazu bieten sich zwei Wege an:

1. Individualisierung des Informationsangebotes, d. h., jedem Wartenfahrer steht ein entsprechend seinen Arbeitsaufgaben und seinen Arbeitsvoraussetzungen optimiertes Informationsensemble zur Verfügung
2. Flexibilisierung des Informationsangebotes, d. h., die Darstellungen werden für jeweils eine Wartenaufgabenklasse und verschiedene Wartenfahrer optimiert.

Für die Auswahl zwischen beiden Wegen sind vor allem ökonomische Kriterien entscheidend: Bei großen Anlagen ist der Aufwand für individuelle Darstellungsvarianten (Projektierungsaufwand, Speicherplatzbedarf) z. Z. ungerechtfertigt hoch.

2. Aufgabenphasenorientierte Darstellung

Grundlage für die Realisierung beider Wege ist zunächst eine lückenlose Registrierung aller im Rahmen einer anforderungsgerechten Funktionsteilung [6] dem Menschen übertragenen Arbeitsaufgaben. Dazu ist eine Dokumentation im Projekt notwendig. Da die Funktionsteilung in der Regel vom Automatisierungsingenieur vorgenommen wird, bietet sich eine Dokumentation im Automatisierungsprojekt, also z. B. im technologischen Schema oder/und in der MSR-Stellen-Liste an. Im Bild 2 ist eine Stabilisierungsaufgabe bei Umschaltung von Automatik auf Handbetrieb dargestellt. Zur Unterscheidung zur MSR-Stelle wurde als Symbol ein Achteck gewählt. Die Definition der Kennbuchstaben könnte z. B. in der TGL 14091/01 erfolgen, die dann um die Aufgaben des Wartenfahrers zu erweitern wäre.

An die Aufgabendokumentation schließt sich eine Analyse typischer Aufgabenmerkmale und der daraus resultierenden Informationsaufnahme- und Verarbeitungsprozesse bei der Ursachendiagnose und Handlungsplanung an. Aus arbeitspsychologischen Untersuchungen sind typische Regulationsphasen bekannt [5], die sich auf Abschnitte einer Wartenaufgabe (Aufgabenauslösung, Orientieren, Handlungsplanung und -ausführung) übertragen lassen. Für das Informationsangebot bedeutet das, Darstellungen zu entwerfen, die nicht nur auf die Aufgabe, sondern auf einzelne Aufgabenphasen bezogen sind. Statt der bisher üblichen Einteilung in Übersichts-Gruppen- und Detailbilder wird eine Unterteilung in Überwachungs-, Orientierungs- und Eingriffsbilder vorgeschlagen: Diese Bilder sind hierarchisch gegliedert, wobei sich aufgrund der Bildinhaltsgestaltung jeder Hierarchieebene eine der genannten Aufgabenphasen zuordnen läßt.

1. Überwachungsbild (Phase Aufgabenauslösung):
   Darstellung von ausschließlich handlungsauslösenden Signalen (HAS)
   Aus den Merkmalen der Informationsdarstellung muß dabei neben der Bedeutung des HAS (welche Aufgabe soll bearbeitet werden) auch dessen Aktualität (wurde/wird die Aufgabe bereits bearbeitet) und dessen Priorität (ist ein Aufgabenwechsel notwendig) hervorgehen.
2. Orientierungsbild (Phase Orientieren, Handlungsplanung)
   Darstellung von:
   . HAS mit allen Merkmalen, die zu dessen Auftreten führten
   . Interpretationshilfen zu den funktionellen Beziehungen von Einzelinformationen
   . Grafiken zur Unterstützung einer zielgerichteten Informationssuche
   Aufgrund der Merkmale der Informationsdarstellung sollen Einzelinformationen optimal unterscheidbar (Trennung in aufgabenrelevante/nicht relevante Informationen) und aufgrund eines eindeutigen Klassifizierungsprozesses bewertbar sein.
3. Eingriffsbild (Phase Aufgabenausführung)
   Detaillierte Darstellung von Einzelinformationen (reine Nutzinformation)
   Die Merkmale der Informationsdarstellung sollen die Nutzbarkeit dieser Bildkategorie für die Ausführung unterschiedlicher Wartenaufgaben gewährleisten (alternative Information [8] durch Mehrfachkodierung).

3. Informationsflußorientierte Gestaltung

Aus den beschriebenen Merkmalen der aufgabenphasenorientierten Darstellung hebt sich der Informationsfluß als Basis für eine gezielte Beeinflussung des Gestaltungsparameters „Organisation" der darzustellenden Information ab. Allgemein lassen sich für typische Wartenaufgaben folgende Forderungen an die Informationsorganisation ableiten:

- aufgabenrelevante Parameter müssen sich als solche deutlich von anderen Informationen abheben und Abweichungen vom Normzustand müssen sofort erkannt werden können
- die Ursache (ursächlich gestörter Parameter) sollte gemeinsam mit dem aufgabenauslösenden Signal darstellbar sein
- aktuell benötigte Zusatzinformation über funktionelle Beziehungen einzelner Parameter in verdichteter abstrakter Form
- Möglichkeit der Rückverfolgung abweichender Parameter vom handlungsauslösenden Signal zur Ursache durch geeignete Hervorhebungen einer Kausalkette Ursache-Wirkung
- Parameter einer Kausalkette so darstellen, daß die Informationssuche gerichtet und nicht zufällig erfolgt
- Möglichkeit der Testung einer großen Anzahl von Parametern aufgrund einfacher, möglichst binärer Urteile
- gleiche und möglichst einfache Interpretationsvorschriften für alle Bilder einer Aufgabenphase unabhängig von der Anzahl und vom Detailliertheitsgrad dargestellter Parameter.

Eine technologisch orientierte Darstellungsform kann diesen Forderungen nicht gerecht werden. Grundlage muß der die konkrete Aufgabe determinierende Informationsfluß der automatisierten Anlage bzw. Teilanlage, z. B. abgebildet als Informationsflußschema, sein. Ausgangspunkt für die Erarbeitung eines solchen Schemas (vgl. Bild 1) ist die qualitative Prozeßanalyse. Das heißt, es werden die qualitativen Zusammenhänge der relevanten Größen des jeweiligen Prozesses bzw. Teilprozesses erfaßt und in einem Wirkungsschema dargestellt (Bild 3). Dieses Wirkungsschema wird dann aufgabenabhängig modifiziert, d. h. auf die aufgabenbeeinflussenden Prozeßgrößen abgerüstet (Bild 4). Aus diesem modifizierten Wirkungsschema läßt sich dann relativ einfach das Informationsflußschema ableiten (Bild 5). Darin werden alle Kommunikationsstellen (im weiteren KOM-Stellen = BMSR-Stellen für Anzeige, Alarme, Eingriffsmöglichkeiten) und deren funktionelle Beziehungen als Blockschaltbild dargestellt. Die Wirkungslinien drücken, abstrahiert von der apparativen Realisierung, die aufgabenspezifischen Informationsbeziehungen aus. Unter Beachtung der im Abschnitt 1. genannten Grundgestaltungsregeln lassen sich die Informationsbeziehungen in die entsprechenden Überwachungs-, Orientierungs- und Eingriffsbilder untersetzen.

Einem höheren Aufwand in der Projektierungsphase stehen folgende Vorteile in der Nutzerphase gegenüber:

1. Unterstützung der Informationssuche des Wartenfahrers
   . durch Darstellung möglicher Einflußgrößen und deren Verkopplung erfolgt die Informationssuche gerichtet und nicht zufällig

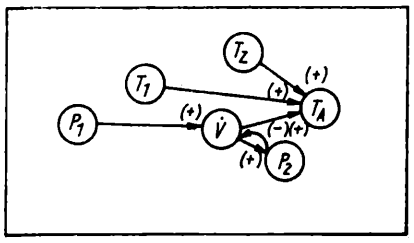


Bild 3. Wirkungsschema der Prozeßgrößen am Beispiel des Wärmeübertragers (Bild 1)

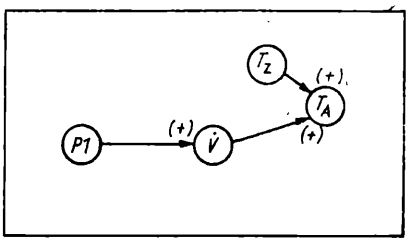


Bild 4. Modifiziertes Wirkungsschema am Beispiel der Durchflußstabilisierung am Wärmeübertrager (Bild 1)

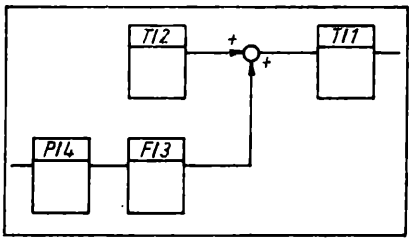


Bild 5. Informationsflußschema am Beispiel der Durchflußstabilisierung am Wärmeübertrager (Bild 1)

- Einschränkung des Suchraumes (aufgabenunabhängige Bilder, handlungsauslösende Signale)
- Möglichkeiten der Einbeziehung einer großen Anzahl von KOM-Stellen aufgrund einfacher Schlüsse

2. Unterstützung von Diagnose und Störungsursachenermittlung des Wartenfahrers
   - Möglichkeiten der Darstellung von handlungsauslösenden Signalen, deren Ursache und deren kausalem Zusammenhang
   - algorithmische Störungsursachenermittlung (entgegen bestimmten bevorzugten unökonomischen Strategien)
   - Einengung subjektiver Interpretationsmöglichkeiten von Informationen
   - Möglichkeiten eines kontinuierlichen Lernzuwachses beim Wartenfahrer.

Experimentelle Untersuchungen mit 48 Versuchspersonen, in denen 8 konkrete Wartenaufgaben an einem Leitstand simuliert wurden [7], zeigen als Ergebnis (Bild 6):

1. Die Versuchsgruppen mit informationsflußorientierter Darstellung zeigten nahezu ausschließlich eine signifikant bis höchstsignifikant bessere Güte der Aufgabenerfüllung gegenüber den Versuchsgruppen mit technologisch orientierter Informationsdarstellung.

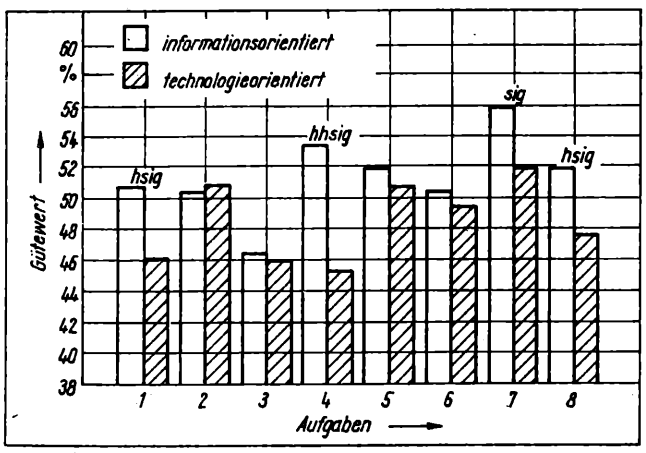


Bild 6. Gegenüberstellung der Aufgabengüte von Gruppen mit informationsfluß- und technologieorientierter Informationsdarstellung

sig signifikant; hsig hochsignifikant; hhsig höchstsignifikant

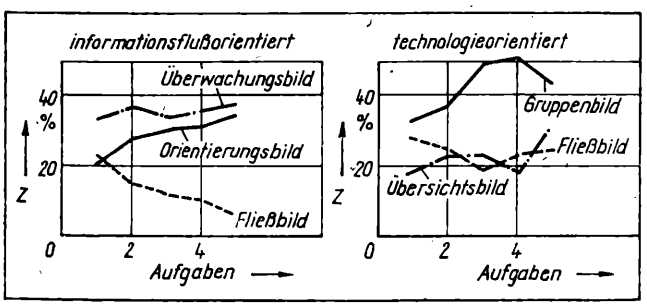


Bild 7. Verlauf der Betrachtungsdauern der verschiedenen Bildkategorien bei informationsfluß- und technologieorientierter Informationsdarstellung

Z relative Betrachtungsdauer

2. Nur bei informationsflußorientierter Organisation sind klare Trends in der Bildanwahl (unabhängig von der Anforderungsstruktur der Aufgaben) feststellbar (Bild 7), diese beinhalten:
   - zunehmende Verwendung von Orientierungsbildern
   - abnehmende Verwendung von Fließbildern
   - ungefähr gleichbleibende Verwendung von Überwachungsbildern über den Versuchszeitraum.

Daraus läßt sich schlußfolgern:

- Die informationsflußorientierte Organisation der Information unterstützt und festigt bestimmte Strategien der Bildanwahl.
- Orientierungsbilder sind (nach einem bestimmten Lernprozeß) offenbar besser geeignet, handlungsrelevante Prozeßzusammenhänge zu vermitteln, als Fließbilder.
- Im Vergleich mit der Leistungsentwicklung (siehe Bild 6) ist die Zunahme der Leistungsunterschiede zwischen informationsfluß- und technologieorientierter Informationsdarstellung auf die zunehmende Verwendung von Orientierungsbildern zurückzuführen.

Zusammenfassung

Mit dem breiten Einsatz der Bildschirmtechnik in Prozeßwarten ergeben sich neue Möglichkeiten der arbeitsaufgaben- und arbeitsaufgabenphasenabhängigen Informationsgestaltung. Der darzustellende spezifische Informationsinhalt ist dabei durch eine detaillierte Arbeitsaufgabenanalyse zu ermitteln. Der Einsatz bestimmter Gestaltungsmittel (Organisation, Kodierung, Vorverarbeitungsgrad) basiert auf der Grundlage typischer Eigenschaften und Verhaltensweisen bei Informationsaufnahme- und Verarbeitungsprozessen des Wartenfahrers. Das Informationsangebot muß dem als Regulationsgrundlage dienenden „inneren Modell" des Wartenfahrers angepaßt sein (Kompatibilität) und Möglichkeiten der arbeitsaufgabenphasenabhängigen Adaption und Modifikation bieten. Die im Beitrag vorgestellte neuartige Organisationsform kommt diesen Forderungen entgegen. Im Vergleich mit gegenwärtig praktizierten Methoden der Organisation der Information auf Wartenbildschirmen ergeben sich signifikant bessere Leistungen bei Erfüllung von Prozeßstabilisierungs- und Prozeßführungsaufgaben.

Literatur

[1] *Bergmann, J.:* Aspekte zur Gestaltung der Informationsdarstellung in Prozeßwarten verfahrenstechnischer Anlagen. msr, Berlin 28 (1985) 8, S. 349 bis 353.
[2] *Ludwig, J.:* Ingenieurpsychologische Gestaltungsprinzipien für die Automatisierungstechnik. Band 223 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Berlin: VEB Verlag Technik 1987.
[3] *Benz, C.; Grob, K.; Haubner, P.:* Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen. Köln: Verlag TÜV Rheinland 1981.
[4] *Melzer, W.:* Bildschirmarbeitsplätze — Hinweise zur Gestaltung. Ministerrat der DDR, Amt für industrielle Formgestaltung, Dresden 1984.
[5] *Hacker, W.:* Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1980.
[6] *Bergmann, J.:* Möglichkeiten zur Verbesserung der Kommunikation zwischen Mensch und technischer Anlage. msr, Berlin 27 (1984) 12, S. 540—544.
[7] *Hofmann, Th.; Schulze, R.:* Untersuchungen zur Informationsgestaltung und zum Training in Prozeßwarten. Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig (1986) 3, S. 50—54.
[8] *Raum, H.:* Zum Prinzip des alternativen Informationsangebotes. Psychologie und Praxis, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie (1984) 28, S. 149—154.

msr 8757

W. Kriesel

Strukturwandel in der Automatisierung

0. Problemorientierung

Der vorliegende Beitrag greift die Aufforderung zur Diskussion, wie sie von *Brack* [1] erfolgt ist, unmittelbar auf. Jedoch geschieht dies nicht in Form einer bündigen Antwort, sondern wiederum als kritischer Beitrag, der seinerseits ebenfalls zur Diskussion anregen könnte.

Mit den Darlegungen in [1] kommt indirekt schon zum Ausdruck, daß bei vielen Fachkollegen und auch Anwendern gegenwärtig ein gewisses Unbehagen hinsichtlich der Vollständigkeit in den Grundaufgaben der Automatisierung besteht. Die traditionelle Automatisierung läßt offenbar weite Bereiche der Volkswirtschaft nahezu unbeachtet. Dies wiederum führt durch den allgemeinen Zwang zur Automatisierung zu einer Art „Selbsthilfe" durch die jeweilige Anwenderbranche, so daß hierfür im Extremfall isolierte Automatisierungslösungen entstehen, die sich nicht zuletzt auch in einem unterschiedlichem Theorie- und Sprachgebrauch ausdrücken.

Im Beitrag wird daher die These expliziert, daß die Automatisierung im internationalen Rahmen gegenwärtig einen grundsätzlichen Strukturwandel durchmacht, der am Ende auf ihre qualitative Erweiterung hinausläuft. Die Industrieroboter sind hierfür nur eines von mehreren Symptomen [2].

1. Grundsätze und Ziele der Klassifikation zur Automatisierung

Um die Diskussion im Sinne des Vorschlages [1] effektiv weiterzuführen, sollen zunächst einige Grundsätze für Klassifikationen in Erinnerung gebracht werden. Jede logisch strenge Einteilung einer komplexen Erscheinung — hier der Automatisierung — setzt voraus, daß die klare Festlegung eines *klassifikatorischen Merkmals*, einer klassifikatorischen Eigenschaft, des sog. „fundamentum divisionis" vorgenommen wird. Bezüglich dieses und nur dieses Merkmals erfolgt bei einer analytischen Klassifikation die Aufteilung eines Ganzen (eines Systems) in Teile (Glieder, Elemente). Je nachdem, in wieviele Unterklassen man eine Oberklasse zerlegt, unterscheidet man dichotomische, trichotomische, tetrachotomische Klassifikationen [3]. Nachfolgend wird vorwiegend die *analytische, dichotomische Klassifikation* benutzt, weil die Automatisierung als Ganzes analysiert werden soll, und die dichotomische (Zweier-) Klassifikation zugleich die grundlegende Bedeutung des binären Zahlensystems hat.

Als erste wichtige Schlußfolgerung, auch für die Einteilung der Automatisierung, ist hieraus ableitbar, daß es *beliebig viele Klassifikationen* eines komplexen Objektes gibt, nämlich genau so viele, wie man sinnvolle klassifikatorische Merkmale aufstellen kann. Dies bedeutet für die Grundsatzdiskussion, daß man von vornherein davon ausgehen sollte, die Grundaufgaben der Automatisierung durch mehrere Einteilungen zu beschreiben, keinesfalls also nur durch eine einzige Klassifikation (wie mit den Klassen „Planmäßige Veränderung P" und „Stabilisierung S").

Folglich kann es grundsätzlich auch keine „absolut richtige" Einteilung geben.

Als zweite wichtige Folgerung ist anzuschließen, daß die klassifikatorischen Merkmale keineswegs vorgegeben sind, sondern vom jeweils angestrebten *Ziel (Zweck) der Einteilung* abhängen. Hierzu müssen also zuerst Aussagen getroffen werden, z. B. sollte als Hauptziel die Automatisierung von volkswirtschaftlichen Objekten angesehen werden, insbesondere unter Beachtung einer künftigen Breitenanwendung, die schrittweise alle Volkswirtschaftsbereiche erfaßt, so daß die überwiegend einseitige Beschränkung der Automatisierung auf wenige traditionelle Hauptanwender, wie Chemie, Energie, Metallurgie u. ä., aufgehoben wird.

Tafel 1. Einteilung der Automatisierung nach der Lokalisation von Problemen

Automatisierung	
externe Probleme	interne Probleme
z. B.:	z. B.:
· Anwendungsausweitung (Fließgutprozesse, Stückgutprozesse)	. Eigenentwicklung durch Mikroelektronikschub (Leistungsfähigkeit, Flexibilität)
. Applikationsspezifik (Objektkenntnisse, Einsatz- und Betriebsbedingungen für neue Technologien, z. B. Kernkraftwerke, Biotechnologie)	. Aufgabenerweiterung durch Funktionsebenen (Hierarchien) sowie Eigenfunktionen (Diagnose, Therapiesteuerung)
	. Erweiterung durch Spezifik der Stückgutprozesse (Prozeßanalyse, Steuerungstheorie, Automatisierungsmittel)

Generell ist also festzuhalten, daß mehrere Einteilungen erforderlich sind, da mit nur einer einzigen Klassifikation die komplexen Erscheinungen der *Automatisierung als besondere Schlüsseltechnologie* (Hochtechnologie mit Querschnittcharakter) nicht zu beschreiben sind. Hierbei sollte als Hauptziel die Anwenderseite in den Vordergrund gestellt werden, da Automatisierung stets auf ein Objekt gerichtet ist, aber durchschnittlich nur 10 ... 20% des Gesamtwertes (Investvolumens) der automatisierten Einrichtungen ausmacht.

2. Einige Vorschläge zur Einteilung der Automatisierung

Unter Beachtung der Grundgedanken nach Abschnitt 1. läßt sich eine Reihe sinnvoller und zweckmäßiger Einteilungen zur Automatisierung schaffen, zu denen nachfolgend einige Angebote unterbreitet werden, die nach Bedarf weiter vertieft werden können. Zunächst besteht das Ziel der Einteilung darin, die grundsätzlichen Probleme der Automatisierung zu finden, um damit die globalen Stoßrichtungen zu ihrer Lösung zu fixieren. Tafel 1 setzt für diese Zielstellung das klassifikatorische Merkmal „Lokalisation der Probleme" in eine Einteilung um. Beide Problemklassen sind durch Beispiele erläutert, wobei gemäß der Schlußfolgerung am Ende des Abschnitt 1. die externe (Anwender-) Seite das Primat für weiterführende Einteilungen erhalten sollte.

Tafel 2 verfolgt daher den Zweck, die Automatisierungsobjekte der unterschiedlichen Anwenderbereiche in der gesamten Volkswirtschaft hinsichtlich des klassifikatorischen Merkmals „Zuordnung zu den Grundkomponenten der Realwelt" zu unterscheiden, weil zwischen den Prozessen im Bereich der Stoff-/Energiewandlung gegenüber den Prozessen zur Informationswandlung kardinale Unterschiede bestehen. Sie spiegeln sich vor allem in den technologischen Einrichtungen für diese Wandlungsprozesse und vor allem auch in der automatischen Steuerung dieser Prozeßklassen wider. Daraus wird zugleich erkennbar, welche der vier informationellen Techniken

— Automatisierungstechnik (Control)
— Computertechnik
— Kommunikationstechnik (Communication)
— Feingerätetechnik

Tafel 2. Zuordnung der Automatisierungsobjekte zu den Grundkomponenten der Realwelt

Automatisierungsobjekte in der gesamten Volkswirtschaft	
Stoff-/Energieprozesse (sogenannte technologische Prozesse)	Informationsprozesse
Steuerung durch Einsatz von:	Steuerung und Übertragung durch Einsatz von:
. Automatisierungstechnik (Kybernetik als Theorie)	. Computer- und Speichertechnik, einschließlich CAD, CAP (Informatik als Theorie)
. Meß- und Feingerätetechnik	. Kommunikationstechnik (Telefon, Telex, Teletex, Telefax, Telebox, LAN, WAN)

Prof. Dr. sc. phil. *Werner Kriesel* (47) studierte von 1959 bis 1964 Regelungstechnik an der TH Magdeburg. Anschließend als Entwicklungsingenieur, Abteilungsleiter und stellv. Bereichsleiter im Institut für Regelungstechnik Berlin, dort u. a. an Entwicklung und Einsatz des Systems ursamat ® beteiligt. 1968 Promotion A. 1971 Berufung zum Hochschuldozenten für Automatisierungstechnik an die TH Magdeburg, Sektion Technische Kybernetik und Elektrotechnik, dort von 1976 bis 1979 Stellv. Sektionsdirektor für Forschung. 1978 Promotion B. 1979 Berufung zum ordentlichen Professor für Automatisierungstechnik an die TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen, seit 1981 stellvertretender Sektionsdirektor für Forschung.

auf welche Objektklasse spezialisiert ist. Dabei fällt zugleich auf, daß die „drei großen C" nicht das gesamte Feld der informationellen Techniken abdecken, sondern die u. a. für Meß- und Stellaufgaben durchaus wichtige moderne Feingerätetechnik unterschätzt wird (z. B. Optik, Mikromechanik). Weiterhin ist sichtbar, daß der *Mikroelektronik* die Rolle eines *Mittels zur Realisierung* aller genannten vier Techniken zukommt, daß die Mikroelektronik mittels dieser vier Techniken zur Anwendung gebracht wird und daß die Mikroelektronik für die informationellen Techniken einen Querschnittscharakter besitzt.

Mit Tafel 3 wird der Zweck verfolgt, die stofflich-energetischen Automatisierungsobjekte derart zu unterteilen, daß die grundverschiedenen Anforderungsklassen an die Automatisierungstechnik hervortreten, sowohl hinsichtlich differenzierter Theorien zur automatischen Steuerung als auch bezüglich der unterschiedlichen Automatisierungsmittel (Komponenten, Geräte- und Anlagentechnik). Das klassifikatorische Merkmal „Aggregatzustand" ist physikalisch orientiert und wird technisch eigentlich auf die äußere Form bezogen (keine/eigene äußere Gestalt, folglich unterschiedliche Greifbarkeit). Nicht relevant sind folglich die in diesem Zusammenhang leider sehr häufig verwendeten Begriffspaare „Prozeßautomatisierung/Fertigungsautomatisierung" oder „kontinuierliche/diskontinuierliche Prozesse" [5].

Hierzu ist festzustellen, daß für *beide Klassen* der *Prozeßcharakter* kennzeichnend ist, so daß man insbesondere auch von Fertigungsprozessen spricht. Folglich kann der Begriff „Prozeß" nicht den signifikanten Unterschied der beiden Objektklassen beschreiben. Weiterhin werden automatisierte Fertigungsabschnitte im Großen durchaus als zeitlich kontinuierlich ablaufende Prozesse angesehen (Fließfertigung), wobei sie im Kleinen zeitlich diskontinuierliche Verläufe aufweisen, und eine Reihe von Informationsparametern (wie die Stückzahl) können nur diskrete Werte annehmen, wobei daneben aber auch zahlreiche analoge Werte existieren (z. B. Wege, Winkel, Drehzahlen u. a.).

Das Begriffspaar „Fließgutprozesse/Stückgutprozesse" umfaßt dagegen in komplexer Weise charakteristische Eigenschaften sowohl des zeitlichen Ablaufs als auch hinsichtlich der verschiedenen Informationsparameter, deren unterschiedliche Verteilung in beiden Objektklassen am Zahlenbeispiel deutlich wird (Tafel 4). Diese Tafel läßt zugleich erkennen, welche *gravierenden Rückwirkungen* hieraus für die *Automatisierungsmittel* entstehen, in Sonderheit für die Meß- und Stelltechnik, aber auch für die *Steueralgorithmen* einschließlich der um Zehnerpotenzen abweichenden Zeitabläufe (z. B. für NC-Maschinen, Industrieroboter und Binärsteuerungen im Unterschied zu Regelungen für Chemieanlagen).

Die Unterschiede dieser Objektklassen wirken sich naturgemäß auch in den *Theorien der Automatisierung* aus, beginnend bei der Prozeßanalyse (Objektbeschreibung) [4] und fortgesetzt bei der Modellierung sowie der Steuerungstheorie [5] und [6]. Aber auch die Methoden und (rechnergestützten) Mittel zur Entwicklung und Projektierung von Automatisierungssystemen (CAD-Systeme) erfahren eine gravierende Erweiterung, da die Tatbestände der Aggregat- und Anlagenautomatisierung sinngemäß auch im Bereich der Stückgutprozesse auftreten [7], also keineswegs auf traditionelle Fließgutprozesse beschränkt sind (siehe auch Tafel 3 b).

Tafel 3. Unterteilung von Automatisierungsobjekten

a) nach dem Aggregatzustand bzw. der äußeren Form der verarbeiteten Güter

Automatisierungsobjekte der Automatisierungstechnik (Stoff-/Energiebereich)	
flüssig; gasförmig (keine eigene Form)	fest/greifbar (eigene äußere Form)
Fließgutprozesse	Stückgutprozesse
z. B.: . chemische Industrie . Energietechnik . teilweise Metallurgie	z. B.: . Fertigungsprozesse diverser Industriezweige . Verarbeitungsprozesse (Folien, Filme, Bänder u. dgl.)

b) nach der Komplexität

Automatisierungsobjekte der Automatisierungstechnik	
Einzelerzeugnisse (Aggregate usw.)	Erzeugniskomplexe (Anlagen usw.)
gekennzeichnet durch:	
. Aggregatentwicklung einschließlich Automatikentwicklung	. Anlagenprojektierung einschließlich Automatisierungsanlagenprojekt
. relativ hoher Wiederholgrad	. Unikate dominieren
. Musterbau und -erprobung	. kein Musterbau (ggf. Modellierung)
. stationäre Fertigung	. stationäre Fertigung
. stationäre Montage	. Montage auf Baustellen

Schlußfolgerungen

Die in [1] vorgeschlagene Unterteilung zu Grundaufgaben der Automatisierung geht dem Wesen nach von den tatsächlich bestehenden Unterschieden zwischen Störgrößenregelung (Stabilisierung S) und Folgeregelung/Führungsgrößenregelung (Planmäßige Veränderung P) aus und verallgemeinert diese. Das ist nach den Grundsätzen gemäß Abschnitt 1. durchaus zulässig und keineswegs falsch, orientiert jedoch de facto relativ stark auf *interne Probleme* der Automatisierung (vgl. Tafel 1). Für die Masse der *Anwender* steht jedoch die komplexe Lösung ihrer *heterogenen Automatisierungsprobleme* im Mittelpunkt, wobei ihre Objekte überwiegend einer der beiden Klassen nach Tafel 3 a zugeordnet werden können. In der Praxis treten natürlich Mischtypen aus beiden Objektklassen auf, und selbst die klassischen Fließgutprozesse der Chemie enthalten nicht selten vor- und nachgelagerte Stückgutstufen; dennoch dominiert im allgemeinen ein Typ. Es ist weiterhin auch zu befürchten, daß besonders die in den nächsten Jahren neu hinzukommenden Automatisierungsanwender den Vorschlag nach [1] nicht verstehen und damit nicht annehmen werden.

Entscheidend ist vielmehr, daß die Automatisierungsfachleute den aktuell vor uns stehenden *Strukturwandel durch Einbeziehung der Stückgutprozesse* in die Automatisierung als quantitativen und qualitativen Wandlungsprozeß klar erfassen und bewußt gestalten. Dies trifft sowohl für die Theorien als auch die Mittel der Automatisierungstechnik zu. Jede Beschränkung auf die Fertigungsprozesse der metallverarbeitenden Industrie (Maschinenbau) wäre jedoch einseitig und muß überwunden werden, da Stückgutprozesse ebenso typisch sind z. B. für die zement-, glas-, holz-, leder-, textil- oder mikroelektronikverarbeitende Industrie sowie für die Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse vieler Branchen bis hin zur Nahrungs- und Konsumgüterindustrie einschließlich des Handels.

Die *Konsequenzen* betreffen die Kapazitäten für Forschung und Entwicklung, für Projektierung und Produktion auf dem Sektor Automatisierung. Sie berühren somit gleichermaßen den Akademie- und Hochschulbereich wie die Automatisierungsindustrie. Die Grundsätzlichkeit dieses Strukturwandels mit den erforderlichen Inhalts- und Kapazitätserweiterungen kann für den Bereich der Ausbildung und Forschung mit eigenen Erfahrungen belegt werden, wie sie an der TH Leipzig im Zusammenhang mit

(Fortsetzung auf Seite 158)

Tafel 4. Verteilungen zwischen Fließgut- und Stückgutprozessen (Richtwerte)

a) Automatisierungsgrad (automatische Operationen/Gesamtoperationen)

Prozeßart	1980	1990
Fließgutprozesse	50 ... 70%	70 ... 85%
Chargenprozesse	25 ... 45%	50 ... 65%
Stückgutprozesse	15 ... 30%	60 ... 80%

b) Anteile der Meßgrößen

	Fließgutprozesse	Stückgutprozesse
Temperatur	52%	9%
Durchfluß	19%	4%
Druck	11%	4%
Niveau	8%	4%
Menge/Masse/Volumen	5%	5%
Analysenwerte	4%	Sonstige
Stückzahl	Sonstige	22%
Zeit		18%
Weg		15%
Toleranz (geometrisch)		6%
Winkel		2%
Sonstige	1%	11%

L. Arnold; U. Michall

Programmsystem zur adaptiven Objekterkennung mit dem Mikrorechner

0. Einleitung

Bei der Automatisierung und bei der Einführung der Robotertechnik in die Produktion besteht häufig die Aufgabe der Klassifizierung von Objekten. Beispielsweise sind vorliegende Objekte zu erkennen, um den Transport zur richtigen Endstation zu steuern oder um für einen Bearbeitungsroboter das richtige Programm auszuwählen. Für diesen Erkennungs- oder Klassifizierungsvorgang kommen Sensoren auf verschiedener Basis in Frage. Die gewonnenen Merkmale sind vom Sensor abhängig. Das Problem der Auswertung der Merkmale ergibt sich für alle Erkennungssysteme, wenn auch im Grad der Kompliziertheit verschieden. Unter Bedingungen, die eine hohe Flexibilität erfordern und bei denen Unterscheidungsmerkmale nicht einfacher erfaßt werden können, ist der relativ hohe gerätetechnische und „intelligenzintensive" Aufwand der optischen Erkennung gerechtfertigt. Dabei muß die Information, aus der die Differenzierung der Objekte abgeleitet wird, vom Bildaufnahmesystem gut erfaßbar sein.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich, was die Art der hinzugezogenen Merkmale betrifft, besonders auf die Klassifizierung mit optischen Mitteln, gelten aber bei der Klassifizierung von Objekten allgemein.

Den weiteren Ausführungen seien noch einige Worte zur Begriffserklärung hinzugefügt. Gegenstände, Teile usw., bei denen Merkmale zu extrahieren sind, werden im folgenden „Objekte" genannt. Sie werden unterschieden in „Repräsentanten", die die Prototypen einer Klasse darstellen, und „unbekannte Objekte", die während des Klassifizierungsprozesses dem jeweiligen Repräsentanten zuzuordnen sind. Der Repräsentantensatz stellt die Gesamtheit aller Repräsentanten dar.

1. Konzepte der Klassifizierung

Wird die Objekterkennung mit einem starren, unveränderlichen Klassifikator vorgenommen, lassen sich zwei gegenläufige Konzepte erkennen: Eine Unterscheidung der Objekte nach offensichtlichen, einfachen Merkmalen steht auf der einen Seite. Sie ist schnell und in vielen Fällen hinreichend. Mit zunehmender Ähnlichkeit sind die Objekte jedoch recht bald nicht mehr unterscheidbar. Demgegenüber steht das Verfahren, die Struktur möglichst vollständig zu erfassen und auszuwerten. Der Aufwand zur Extraktion der komplexen Merkmale ist jedoch beachtlich und der Zeitbedarf speziell bei Implementierung auf Mikrorechnern kann sehr hoch werden.

Für eine breite Anwendung sind demnach folgende Forderungen an eine Erkennungssoftware zu richten:

- Durchführung der Klassifizierung in möglichst kurzer Zeit
- Unterscheidungsfähigkeit des Systems möglichst groß
- Implementierbarkeit des Programms auf Mikrorechnern.

Ein adaptiver Klassifikator, der seine Strategie dem jeweils angelernten Repräsentantensatz anpaßt, kann den ersten beiden Forderungen am besten gerecht werden. Die Klassifizierungsstrategie steht dabei erst nach dem Vorliegen sämtlicher Repräsentanten fest. Es wird angestrebt, die Klassifikation mit möglichst wenigen und schnell zu extrahierenden Merkmalen zu vollziehen. Komplexere Merkmale werden erst dann hinzugezogen, wenn anders nicht zum Ziel zu gelangen ist.

Diese Vorgehensweise kommt der menschlichen Strategie des Unterscheidens nahe. Das Objekt wird dabei nach einem oder mehreren markanten, sofort ins Auge fallenden Merkmalen abgetastet. Ist eine schnelle Entscheidung nicht möglich, d. h. haben mehrere Repräsentanten die gleichen globalen Merkmale, ist eine detaillierte Untersuchung unvermeidlich. Um sich die Entscheidung möglichst leicht zu machen, analysiert man die Erscheinung der Repräsentanten und stellt sie einander gegenüber. Der Vorgang führt dazu, daß von Merkmalen, die zur Unterscheidung untauglich sind oder von unnötigen Details abgesehen wird. Die Generierung des Klassifikators entspricht dieser Abstraktion.

Die Art der Merkmale, die schnell gewonnen werden können, sind dabei für Mensch und Rechnersystem verschieden.

Um einen vollständigen Vergleich des unbekannten Objektes mit den Repräsentanten in allen erfaßbaren Merkmalen vermeiden zu können, muß allerdings vorausgesetzt werden, daß das Untersuchungsobjekt einem Repräsentanten gleicht. Ein Objekt, das zwar in den zur Klassifizierung hinzugezogenen Merkmalen einem Repräsentanten gleicht, in anderen Merkmalen aber Differenzen aufweist, wird falsch identifiziert, obwohl es zurückgewiesen werden müßte. Die Voraussetzung, daß im Erkennungsprozeß nur bestimmte Teile/Objekte auftreten können, ist in vielen praktisch vorkommenden Fällen gegeben.

Die Leistungsfähigkeit des Systems, seine Differenzierungsfähigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit, hängt von der Palette der Merkmalsprogramme und deren Effektivität ab. Als Beispiele seien nur einige Merkmale genannt:

Umfang, Fläche, Schlankheitsgrad, Anzahl der Löcher und deren Fläche, signifikante Punkte und Form der Kontur.

2. Gerätetechnik

Das Programm ist auf einer Erkennungshardware implementiert, die in [1] beschrieben ist. Es ist jedoch durch Austausch der Treiberprogramme (Zugriff zum Bildspeicher) ohne weiteres auf andere Konfigurationen übertragbar.

Eine globale Übersicht ist im Bild 1 gegeben. Die Bildperipherie wird durch ein Leiterplattenmodul repräsentiert, das in jedem K-1520-kompatiblen Rechner arbeitsfähig ist. Es werden Binärbilder des Formats 256 × 256 Punkte dargestellt. Die Binarisierungsschwelle ist softwaremäßig in 256 Stufen einstellbar.

Dr.-Ing. *Lutz Arnold* (31) studierte von 1975 bis 1979 an der Sektion Informationstechnik der TH Karl-Marx-Stadt. Anschließend 2jährige Tätigkeit im VEB Numerik „Karl Marx" Karl-Marx-Stadt. 1985 Promotion A (Probleme der Bilddaten-Kompression). Derzeit Leiter der Forschungsgruppe Bildkommunikation an der Sektion Informationstechnik der TU Karl-Marx-Stadt.

Dipl.-Ing. *Udo Michall* (27) studierte von 1981 bis 1986 an der Sektion Informationstechnik der TH Karl-Marx-Stadt. Seit 1986 Mitarbeiter für Forschung und Entwicklung im Zentrum für Forschung und Technologie des VEB Elektroprojekt und Anlagenbau Berlin.

(Fortsetzung von Seite 157)

der 1985 begonnenen zusätzlichen Immatrikulation von Automatisierungsstudenten für die Spezialisierungsrichtung Stückgutprozesse (Bauwesen) gewonnen wurden.

Inkonsequenzen oder Versäumnisse bei diesem Strukturwandel in der Automatisierung vergrößern die Ziellücke bei den Aufgaben der Automatisierung und verstärken damit erneut die Gründe für eine Kluft zwischen Theorie und Praxis [8] und [9].

Literatur

[1] *Brack, G.:* Zu den Grundaufgaben der Automatisierung. msr, Berlin 30 (1987) 3, S. 127–128.

[2] *Töpfer, H.; Kriesel, W.* (Hrsg.): Funktionseinheiten der Automatisierungstechnik – elektrisch, pneumatisch, hydraulisch. 5. Auflage. Berlin: VEB Verlag Technik 1988.

[3] *Rochhausen, R.* (Hrsg.): Die Klassifikation der Wissenschaften als philosophisches Problem. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1968.

[4] *Vavilov, A. A.:* Modellierung und Simulation von Produktionsprozessen. Berlin: VEB Verlag Technik 1983.

[5] *Voigt, G.; Cramer, S.:* Diskontinuierliche technologische Prozesse. Grundlagen, Analyse, Modellierung, Steuerung, Berlin: Akademie-Verlag 1986.

[6] *Töpfer, H.; Zander, H. J.:* Bemerkungen zu Automatisierungsfunktionen bei verfahrenstechnischen und fertigungstechnischen Prozessen. Kurzreferate zur CAD/CAM-Konferenz der WGMA, Berlin 17. bis 19. 12. 1986, S. 95–100.

[7] *Börnecke, G.:* Die moderne Fabrik als Herausforderung an die Meß- und Regelungstechnik. In: *Thoma, M.; Schmidt, G.* (Hrsg.): Fortschritte in der Meß- und Automatisierungstechnik durch Informationstechnik. INTERKAMA-Kongreß 1986. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1986.

[8] *Kriesel, W.:* Überwindung der Gründe für die Kluft Theorie – Praxis in der Automatisierungstechnik. msr, Berlin 25 (1982) 4, S. 182–183.

[9] *Scheler, W.:* Bedienarme Fabrik – problemreiche Forschung. spectrum, Berlin 18 (1987) 3, S. 4–6.

msr 8715

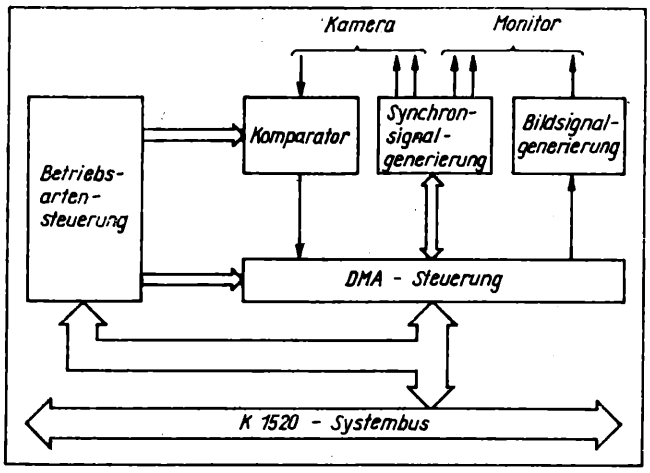


Bild 1. Blockschaltbild der Objekterkennungseinheit

Als Bildspeicher dient ein 8 Kbyte-Bereich aus dem Hauptspeicher des K 1520. Die Plazierung ist variabel und dynamisch veränderbar, beginnend bei ganzzahligen Vielfachen von 8 Kbyte. Damit können gleichzeitig mehrere Bilder abgespeichert werden. Das Einschreiben des Bildes von der Kamera in und das Darstellen des Bildes aus dem Speicher erfolgt über direkten Speicherzugriff (DMA). Da bei der ständigen Bildwiedergabe der Systembus zu 50% blockiert ist, ist der DMA zur Erhaltung der vollen Arbeitsgeschwindigkeit des Rechners abschaltbar. Die unteren n (üblicherweise 40) Zeilen des Bildes sind bei Bedarf abtrennbar. In diesem Bereich kann die alphanumerische Darstellung des Programmdialogs erfolgen. Bei der Bildeingabe wird er nicht überschrieben. Als Kamera und Monitor können normgerechte Baugruppen eingesetzt werden.

3. Aufbau des Programmsystems

Dem Bediener bieten sich die folgenden Möglichkeiten:

- Eintritt in den Teach-in-Modus, in dem der Repräsentantensatz angelernt wird (siehe Abschnitt 3.1.)
- Klassifizierung vorliegender Objekte
- Anzeige und Modifikation des Systemstatus (Parameter: Schwellwert zur Unterscheidung von Objekten und Störgrößen, Toleranzbreite der Merkmale, Zahl der Wiederholungen beim Anlernen eines Repräsentanten u. a.)
- Abspeicherung des kompletten Systemstatus auf einem Massenspeicher
- Laden des kompletten Systemstatus vom Massenspeicher, damit das System bei Bedarf nach Neustart sofort arbeitsfähig ist
- Kalibrierung des Aufnahmesystems.

Im folgenden soll im wesentlichen auf die Verfahrensweise beim Teach-in-Modus, auf grundlegende Überlegungen zur Generierung des Klassifikators und auf verwendete Datenstrukturen eingegangen werden.

3.1. *Teach-in-Vorgang*

Die Funktion dieses Programms besteht darin, den Repräsentantensatz zu erstellen.

Jeder Repräsentant hat einen Namen, der in der Namenstabelle verzeichnet ist und vom Bediener beim Neuanlernen angefordert wird. Seine Merkmale werden in die Merkmalstabelle eingetragen (Bild 2). Eine Spalte der Merkmalstabelle enthält alle Merkmale eines Repräsentanten und soll Merkmalsvektor genannt werden. Die Komponenten des Vektors können die Merkmale selbst sein (z. B. Fläche, Umfang) oder auf Datenstrukturen verweisen, die ein komplexeres Merkmal beschreiben (z. B. Beschreibungselemente der Form).

Welche Merkmale überhaupt zur Verfügung stehen, wird durch die Belegung der Programmtabelle (Bild 3) bestimmt.

Die Reihenfolge der Merkmalsprogramme in der Programmtabelle entspricht der Reihenfolge der Merkmale im Merkmalsvektor und kann von Bedeutung für die Generierung des Klassifikators sein. Rangfolge und Umfang der Merkmalsextrahierung sind dadurch flexibel und können dynamisch verändert werden.

Repräsentanten müssen dem System nicht physisch vorgelegt werden. Es kann auf Repräsentanten zurückgegriffen werden, deren Merkmale in Dateien externer Massenspeicher abgelegt wurden. Falls der komplette Systemstatus vom Massenspeicher geladen wird, kann das Teach-in entfallen. Weiterhin sind Editorfunktionen wie „Repräsentanten Streichen", „Umbenennen" oder „Umordnen" möglich.

Bild 4 verdeutlicht die Vorgänge des Anlernens eines Repräsentanten mit der Aufnahmekamera. Nach Anforderung des Namens und dessen Überprüfung beginnt die Extraktion der Merkmale. Am Anfang ist die Lokalisierung des Objektes im Bild und eine Aussiebung von Störobjekten erforderlich.

Um die Suche schnell zu gestalten, wird auch hier wieder so vorgegangen, daß zunächst ein grobes „Sieb" das Objekt sucht. Falls das Objekt nicht aufgespürt werden konnte, müssen das Raster verfeinert und die Suche wiederholt werden. Durch Quantisierungseffekte, ungleichmäßige Beleuchtung und Nichtlinearitäten der Kamera ist eine Schwankung der Merkmalswerte in bestimmten Grenzen von Aufnahme zu Aufnahme bedingt. Deshalb muß für die Merkmalswerte eine bestimmte Toleranzbreite zugelassen werden. Bei der späteren Klassifizierung sollten für

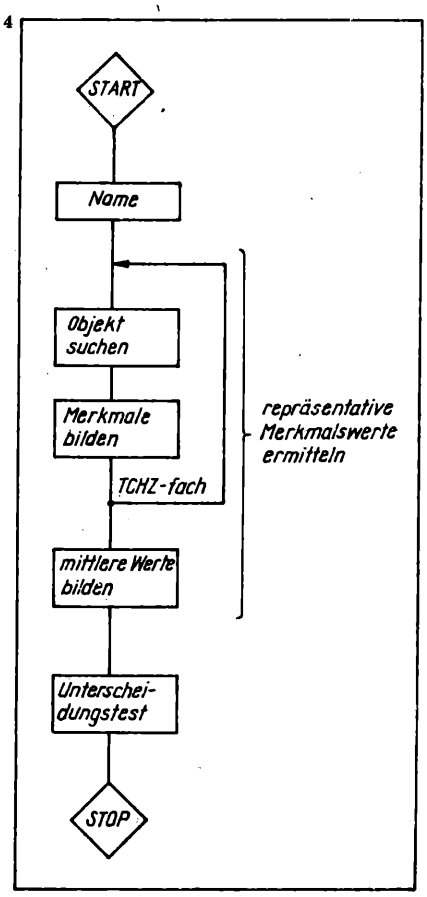
Bild 2. Merkmalstabelle
Merkmalsvektor — — —

		Repräsentanten						
		0	1	2	3	4	...	n
Merkmale	A	A0	A1	A2	A3	A4	...	An
	B	B0	B1	B2	B3	B4	...	Bn
	C	·						
	·	·						
	·	·						
	·	·						
	N	N0	N1	N2	N3	N4	...	Nn

Bild 3. Programmtabelle

Anzahl der Merkmale
Startadresse Merkmal A
Startadresse Merkmal B
C
N-1
Startadresse Merkmal N

Bild 4. Anlernen eines Repräsentanten (PAP)



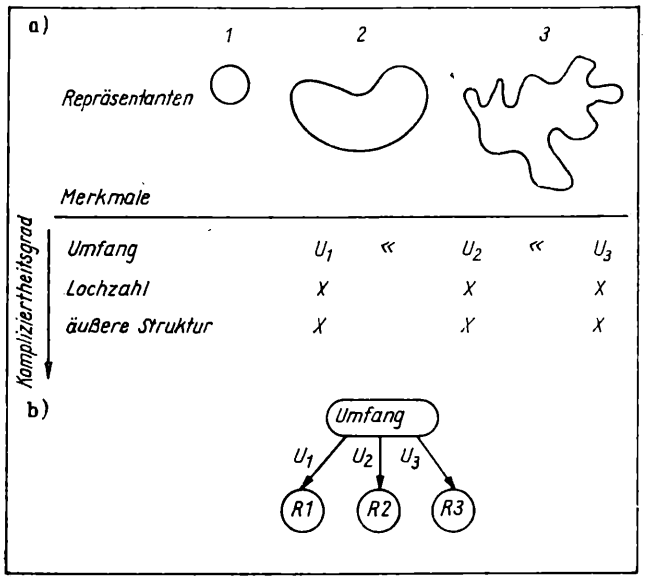


Bild 5. Repräsentantensatz mit Merkmalstabelle (a) und Klassifikator (b) (1. Beispiel)

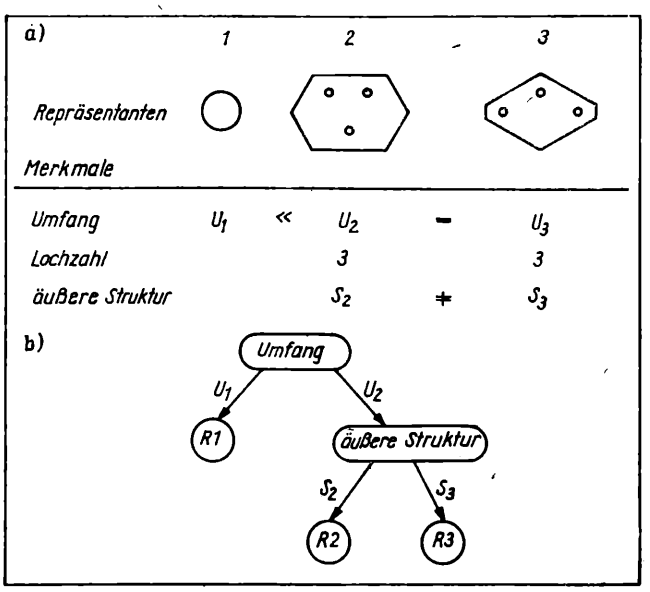


Bild 6. Repräsentantensatz mit Merkmalstabelle (a) und Klassifikator (b) (2. Beispiel)

den Repräsentanten mittlere Werte zum Vergleich herangezogen werden.

Die Abstraktion auf das Charakteristische des Repräsentanten führt dazu, daß anzulernende Repräsentanten mehrmals und in verschiedenen Lagen vorgelegt werden müssen.

Für die eindeutige Zuordnung eines unbekannten Objektes zu einem Repräsentanten müssen sich die Repräsentanten sicher voneinander unterscheiden. Das bedeutet, daß sich jeder Repräsentant von jedem anderen in wenigstens einem Merkmal unterscheidet. In diesem Merkmal darf auch keine teilweise Überlappung der Toleranzbereiche vorhanden sein.

3.2. Generierung des Klassifikators

Nach Festlegung des Repräsentantensatzes und Ermittlung der Merkmalstabelle schließt sich die Generierung des Klassifikators in Form eines Entscheidungsbaumes an. Das Kriterium sei eine kurze mittlere Klassifikationszeit. Die Problematik der Auswahl der Merkmale soll an zwei sehr einfachen Beispielen verdeutlicht werden.

Im Beispiel nach Bild 5 stehen zur Unterscheidung der Objekte die drei Merkmale/Merkmalskomplexe Umfang, Lochzahl und äußere Struktur zur Verfügung, wobei der Kompliziertheitsgrad zur Extrahierung und Auswertung der Information in der Reihenfolge der Nennung ansteigt. Da eine Unterscheidung der drei vorgelegten Repräsentanten nach dem einfachsten Merkmal, dem Umfang, schon zum Ziel führt, kann auf die Extrahierung der anderen Merkmale verzichtet werden. Bei einem Repräsentantensatz nach Bild 6 ist mit Hilfe des Umfanges eine Identifizierung der Klasse 1 möglich. Die restlichen Repräsentanten haben gleichen Umfang und gleiche Lochzahl. Eine Unterscheidung kann nur anhand der äußeren Struktur erfolgen.

In der Praxis sind sowohl Umfang des Repräsentantensatzes als auch Vielfalt der Merkmale größer. Meist gibt es bei gegebener Belegung der Merkmalstabelle mehrere Klassifikatoren. Angestrebt wird jedoch der Klassifikator, dessen Zeitaufwand minimal ist. Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß nur Objekte klassifiziert werden können, die einer der angelernten Klassen entsprechen, damit nicht alle Merkmale extrahiert werden müssen. Bild 7 zeigt das Beispiel einer Merkmalstabelle mit 5 Merkmalen und 6 angelernten Repräsentanten. Im Bild 8 sind dazu zwei denkbare Klassifikatoren dargestellt. Da die Zeit zur Klassifikation im wesentlichen von der Merkmalsextraktion bestimmt wird, ergibt sich für die durchschnittliche Klassifikationszeit:

$$t_{\emptyset} = p(R0)\,[a_{A0}t_A(R0) + a_{B0}t_B(R0) + a_{C0}t_C(R0) + \ldots + a_{N0}t_N(R0)] + p(R1)\,[a_{A1}t_A(R1) + a_{B1}t_B(R1) + a_{C1}t_C(R1) + \ldots + a_{N1}t_N(R1)] + \ldots + p(Rn)\,[a_{An}t_A(Rn) + a_{Bn}t_B(Rn) + a_{Cn}t_C(Rn) + \ldots + a_{Nn}t_N(Rn)]$$

mit

$p(Ri)$ Wahrscheinlichkeit, daß unbekanntes Objekt dem Repräsentanten Ri zuzuordnen ist,

$$a_{Ii} = \begin{cases} 1 & \text{wenn Merkmal } I \text{ zur Klassifizierung des Objektes zum Repräsentanten } Ri \text{ hinzugezogen wird} \\ 0 & \text{sonst,} \end{cases}$$

		Repräsentanten					
		0	1	2	3	4	5
Merkmale	A	A1	A2	A1	A3	A2	A2
	B	B1	B1	B2	B2	B1	B1
	C	C1	C2	C1	C1	C1	C3
	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6
	E	E1	E1	E1	E1	E1	E1

Bild 7. Merkmalstabelle mit 5 Merkmalen und 6 Repräsentanten

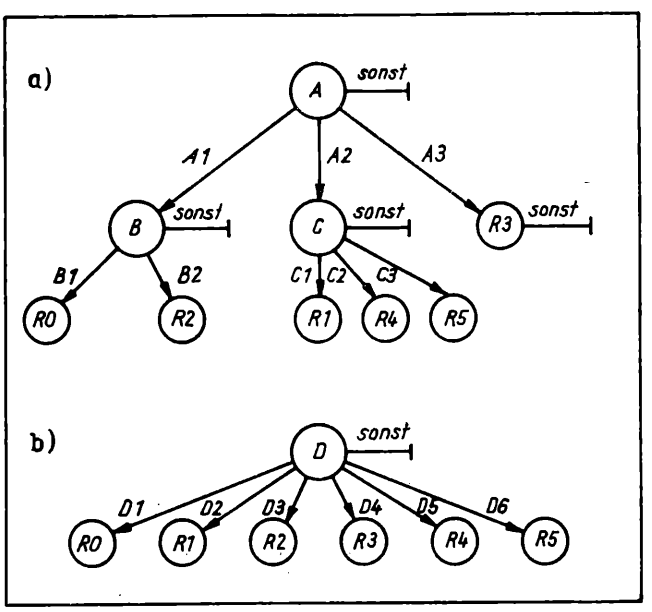


Bild 8. Klassifikatoren zu Bild 7

Rückweisung ▶

$t_I(Ri)$ Zeit zur Ermittlung des Merkmales I am Objekt = $= Ri$.

Für die beiden Klassifikatoren aus Bild 8 ergibt sich daraus:

a) $t_{\emptyset a} = p(R0)\,[t_A(R0) + t_B(R0)] + p(R1)\,[t_A(R1) + t_C(R1)] + + p(R2)\,[t_A(R2) + t_B(R2)] + p(R3) \cdot t_A(R3) + + p(R4)\,[t_A(R4) + t_C(R4)] + p(R5) \cdot [t_A(R5) + t_C(R5)]$,

b) $t_{\emptyset b} = p(R0)\,t_C(R0) + p(R1)\,t_D(R1) + \ldots + p(R5)\,t_D(R5)$.

Falls die Wahrscheinlichkeiten $p(Ri)$ unbekannt sind, werden sie einander gleichgesetzt. Die Ermittlungszeiten $t_I(Ri)$ können vom Rechner selbst bestimmt werden und differieren von Merkmal zu Merkmal möglicherweise erheblich.
Aus allen Klassifikatoren ist der schnellste auszuwählen. Andere, eventuell einfachere Optimierungskriterien sind jedoch denkbar. Ein Objekt mit dem Merkmalsvektor ($A1$, $B1$, $C1$, $D3$, $E2$) würde nach a) der Klasse $R0$ und nach b) der Klasse $R2$ zugeordnet, in Wirklichkeit ist es keinem Repräsentanten gleich. Ein Klassifikator, der alle Merkmale extrahiert und vergleicht, würde in solchem Fall sicher zurückweisen.

3.3. Datenstruktur des Entscheidungsbaumes

Entscheidungsbäume wie im Bild 8 müssen von der anschaulichen grafischen Form in eine rechnergerechte Datenstruktur überführt werden.
Der Baum besteht aus Kanten und Knoten. Die Kanten entsprechen den Merkmalswerten, die zum nächsten Knoten, d. h. zum nächsten zu extrahierenden Merkmal und am Ende zum jeweiligen Repräsentanten führen. An der Spitze des Baumes steht ein Startknoten, der das erste Merkmal bestimmt. Eine Kante mit Knoten am Ende entspricht im Rechner einem Datensatz (im folgenden Record genannt).
Die Entscheidungsbaum-Datensätze haben die Struktur:

MW	*REPRZ*	*NEXTM*	*KLASZ*	*ZFORT*

mit:

MW Merkmalswert; *REPRZ* Zahl der Repräsentanten in diesem Zweig; *NEXTM* nächstes zu extrahierendes Merkmal bzw. Nummer des ermittelten Repräsentanten, wenn *REPRZ* = 1; *KLASZ* gibt an, in wie viele Klassen dieser Zweig durch NEXTM differenziert wird; ZFORT Zeiger auf die Gruppe von Records, deren Merkmalswerte nach Extrahierung von NEXTM zu vergleichen sind.
Der gesamte Baum wird auf eine Menge von Records abgebildet, wobei Kanten, die von gleichen Knoten weiterführen, aufeinanderfolgende Records sind.
Bild 9 zeigt den entsprechenden Baum für Bild 8a.
Beim Klassifizierungsvorgang wird aus dem Startknoten (Record 0) das erste zu extrahierende Merkmal entnommen. ZFORT verweist auf den Anfang der Record-Gruppe mit deren Merkmalswerten der eben ermittelte Merkmalswert zu vergleichen ist. Die Gruppe enthält KLASZ Records. Wird innerhalb der Gruppe keine Identität festgestellt, erfolgt eine Rückweisung. Ansonsten wird NEXTM des Records mit identifiziertem Merkmalswert extrahiert usw. Ist REPRZ des Records gleich 1, d. h., die Klassifizierung ist erfolgt, enthält NEXTM anstelle des nächsten Merkmals die Nummer des ermittelten Repräsentanten.

4. Beispiel einer konkreten Programmkonfiguration

Das Programm wurde im wesentlichen in der höheren Programmiersprache PLZ geschrieben. Sie bietet neben der bequemeren Implementierung der Algorithmen auch wegen der Verwendung komplexerer Datenstrukturen Vorteile. Der größere Speicherbedarf wird dafür in Kauf genommen.
Die Merkmalsberechnungen sind die zeitintensiven Programmteile des Erkennungssystems, sie wurden deshalb in Assemblersprache formuliert. Außerdem wurden effektive Algorithmen eingesetzt [2].

Record-Nr.	MW	REPRZ	NEXTM	KLASZ	ZFORT
0	X	6	A	3	1
1	A1	2	B	2	4
2	A2	3	C	3	6
3	A3	1	R3	X	X
4	B1	1	R0	X	X
5	B2	1	R2	X	X
6	C1	1	R4	X	X
7	C2	1	R1	X	X
8	C3	1	R5	X	X

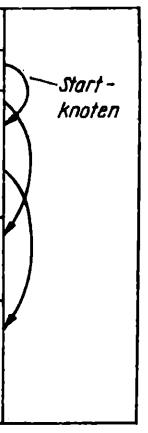


Bild 9. Entscheidungsbaum zu Bild 8a

Folgende Merkmale werden zur Klassifizierung hinzugezogen:

- Objektumfang (Länge der äußeren Kontur)
- Objektfläche (Fläche, die von der äußeren Kontur eingeschlossen wird)
- Anzahl der Löcher im Objekt
- Gesamtumfang der Löcher
- Gesamtfläche der Löcher.

Klassifizierungen, die mit den Merkmalen Umfang und Flächeninhalt ablaufen, erfolgen in Bruchteilen einer Sekunde. Müssen die Lochmerkmale (Lochzahl, -umfang, -fläche) hinzugezogen werden, liegt die Klassifizierungszeit im Bereich mehrerer Sekunden. Exakte Zeitangaben hängen vom Repräsentantensatz ab. Bei der Gewinnung bestimmter Merkmale fallen gleichzeitig andere Merkmale mit an (beispielsweise wird bei der Ermittlung des Lochumfanges die Lochanzahl mit gewonnen). Falls in späteren Phasen des Klassifizierungsvorganges ein solches Merkmal von Interesse ist, kann auf den schon ermittelten Wert zurückgegriffen werden, was sich zeitlich günstig auswirkt.
Die Programmlaufzeit bei den „langsamen" Lochmerkmalen hängt stark von der Größe des Objektes im Bildfeld ab. Große Objekte bringen eine größere Laufzeit mit sich, ermöglichen aber andererseits eine genauere Ermittlung der Merkmalswerte. Die Toleranzbreite der Merkmalswerte ist auf etwa $\pm 4\%$ eingestellt und kann leicht spezifischen Anwendungsfällen angepaßt werden.
Einen starken Einfluß auf die korrekte Arbeitsweise des Systems hat die Beleuchtung. Sie muß über die gesamte Szene gleichmäßig sein. Vor Inbetriebnahme müssen Helligkeitsschwankungen mit Hilfe der Kamerablende kalibriert werden.
Die Klassifikation erfolgt durch Ausgabe des Klassennamens. Diese Information kann maschinell weiterverwendet werden, z. B. durch einen Sortierroboter.
Der Programmumfang liegt bei 15 Kbyte und ist reduzierbar, wenn PLZ-Module durch Assemblermodule ersetzt werden. Es wird ein RAM-Bereich von 30 Kbyte benötigt. Darin eingeschlossen sind 8 Kbyte Bildspeicher und 16 Kbyte für Duplikate des Bildes, die bei der Merkmalsgewinnung manipuliert werden.

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt ein System zur optischen Objekterkennung, das einfach auf Personalcomputern implementierbar ist und eine möglichst schnelle Klassifikation vorgelegter Objekte anstrebt. Dazu wird nach dem Anlernen der Repräsentanten ein angepaßter Klassifikator generiert, der aus der Gesamtheit zur Verfügung stehender Merkmale diejenigen auswählt, die am einfachsten und am schnellsten zur Entscheidung führen.

Literatur

[1] *Neubert, U.; Rieken, R.:* Bildmeßplatz mit Mikrorechner. Bild und Ton, Leipzig 39 (1986) 11, S. 338–340.
[2] *Michall, U.:* Entwicklung von Programmoduln für ein Objekterkennungssystem. Diplomarbeit TH Karl-Marx-Stadt, Sektion Informationstechnik, 1986.
msr 8741

J. Wolf; M. Engshuber

Festlegung der minimalen Anzahl von Steuerelementen für Transport- und Speicheranlagen

0. Einleitung

Viele Technologien verfügen zur Verteilung ihrer Produktströme über Verzweigungen der Transportwege zwischen den zugehörigen Prozeßeinheiten und Produktionsanlagen. Je nach Aggregatzustand nehmen Schieber, Hähne, Ventile, Klappen, Weichen oder andere Schaltglieder die jeweils verlangte, gezielte Zuordnung vor.

Eine solche verzweigte und dann im folgenden auch festliegende Struktur ist aber dadurch gekennzeichnet, daß sie vielfältige Schaltungsvarianten ermöglicht.

Existieren n Schaltglieder mit jeweils nur 2 Stellungen (Auf/Zu; Rechts/Links) sind theoretisch 2^n Schaltzustände (Variation mit Wiederholung) denkbar. Für $n = 40$ Schaltglieder errechnen sich daraus bereits $1{,}1 \cdot 10^{12}$ Zustände. Der weitaus größte Teil davon erweist sich als technisch unsinnig, aber selbst von den verbleibenden sinnvollen Varianten können wegen der begrenzten Anzahl tatsächlich notwendiger Betriebsregime nur einige genutzt werden. Die Differenz zwischen technisch sinnvollen und praktisch nötigen Zuständen stellt den maximalen Umfang möglicher Fehlbedienungen dar. Ein Betriebsregime ist dabei eine bestimmte Zusammenschaltung von Prozeßeinheiten und Produktionsanlagen zur Erfüllung einer Produktionsaufgabe, deren Verbindung untereinander durch die Transportwege und die Stellung der Schaltglieder realisiert wird. Die Aufgabe besteht darin, ein günstiges System zur Steuerung der Schaltglieder in einer festliegenden Struktur zu ermitteln. Eine praktikable Methode, die für Untergrundgasspeicheranlagen entwickelt worden ist, wird an diesem Beispiel demonstriert.

1. Minimale Anzahl von Elementen zur Steuerung der Schaltglieder

Es wird vorausgesetzt, daß die Schaltglieder von Stellantrieben mit elektrischer, pneumatischer oder hydraulischer Hilfsenergie betätigt werden. Die Schnittstelle zwischen Mensch und Schaltglied ist das von ihm zu betätigende Bedien- oder Steuerelement (meist ein Taster).

Im folgenden wird erläutert, wie die Anzahl der Steuerelemente minimiert, die Übersicht über die Schaltglieder und den technologischen Prozeß verbessert, die Betätigung der Schaltglieder beschleunigt, Fehlbedienungen vermieden und die Bedienbarkeit durch das zuständige Bedienpersonal generell verbessert werden können.

1.1. Strukturanalyse

Die Grundlage bildet die Strukturanalyse der technologischen Anlage, wobei die Betriebsregime und Prozeßeinheiten auf der Basis der bekannten und festliegenden Struktur zu ermitteln sind. Eine Prozeßeinheit wird dabei in Transportwege eingeschlossen. Es hat sich folgendes Vorgehen bewährt:

- Bestimmung der Anzahl zu realisierender Betriebsregime, wie Einspeisen in den Speicher, Ausspeisen aus dem Speicher, Umspeisen von einem Speicher in einen anderen
- Ermittlung von Art und Anzahl der Prozeßeinheiten, wie Verdichter, Filter, Reinigungsanlage, Trocknungsanlage, Kaverne, Meßschiene, Wärmeübertrager
- Einteilung der Prozeßeinheiten nach einer von vier möglichen strukturellen Typen der Produktionsaufgabe (Bild 1):
  a) Prozeßeinheiten vom Typ $PE^{(1)}$, die auf einem Transportweg von A nach B in Reihe mehrmals, aber nicht parallel zueinander vorkommen
  b) Prozeßeinheiten vom Typ $PE^{(2)}$, die zwischen A und B *einmal* vorkommen und nur in einem Betriebsregime benötigt werden
  c) Prozeßeinheiten vom Typ $PE^{(3)}$, die zwischen A und B mehr als einmal vorkommen und nur in einem Betriebsregime benötigt werden
  d) Prozeßeinheiten vom Typ $PE^{(n)}$, die zwischen A und B mehrfach parallel vorhanden sind und in einem Betriebsregime entweder benötigt oder nicht benötigt werden.

Nach dieser Einteilung wird das Strukturbild gezeichnet. Bei der Kennzeichnung der Prozeßeinheiten wird durch die erste Laufzahl die Anzahl der Arten angegeben. Die zweite Laufzahl kennzeichnet die Anzahl jeweils einer Art, die in einem Betriebsregime möglich ist (Ziffer 0 bedeutet dabei, daß keine der betreffenden Prozeßeinheiten in einem Betriebsregime genutzt wird). Nach dieser Verfahrensweise entspricht die Summe der Prozeßeinheiten auch der Anzahl der Transportwege der Betriebsregime.

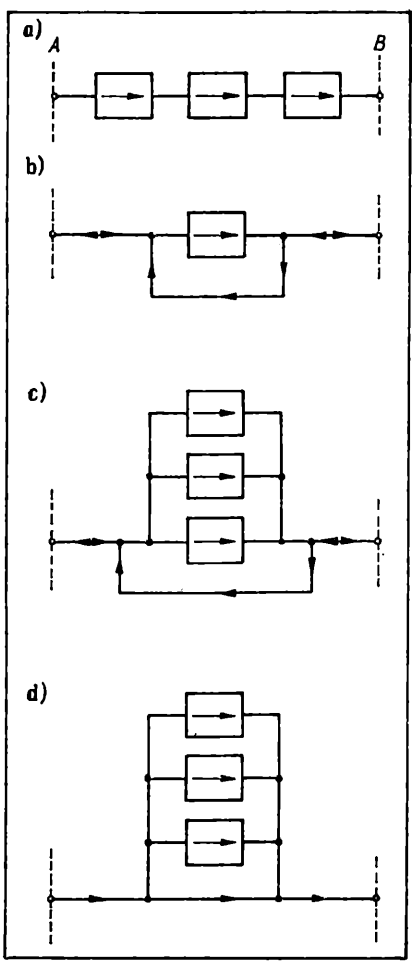


Bild 1. Typ der Prozeßeinheit
a) Prozeßeinheit vom Typ $PE^{(1)}$; b) Prozeßeinheit vom Typ $PE^{(2)}$; c) Prozeßeinheit vom Typ $PE^{(3)}$; d) Prozeßeinheit vom Typ $PE^{(n)}$

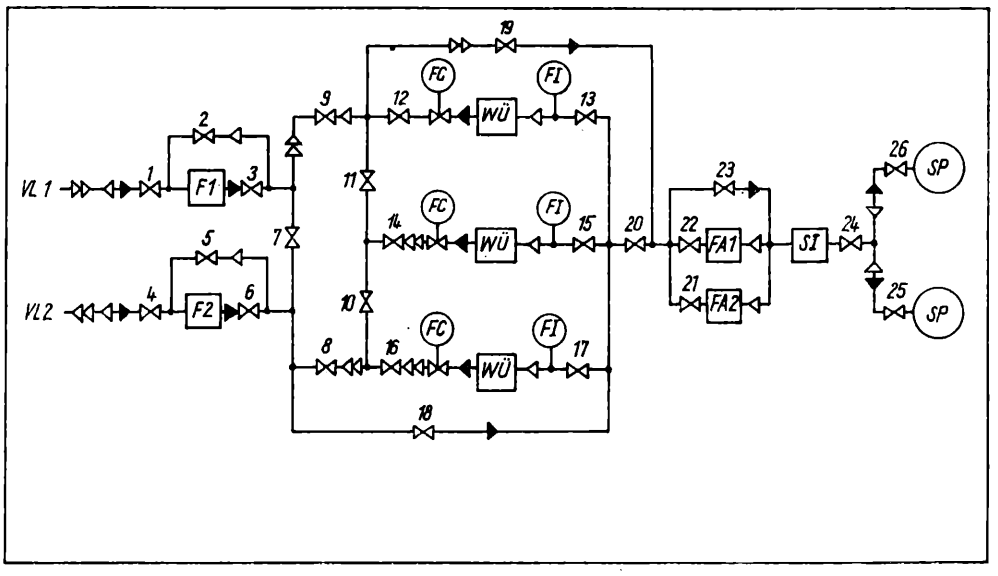
Dr.-Ing. *Johannes Wolf* (36) studierte nach einer Facharbeiterausbildung als BMSR-Techniker von 1971 bis 1974 an der Sektion Automatisierungsanlagen der IHS Leipzig. Dort anschließend bis 1977 Forschungsstudent. Seit 1978 wissenschaftlicher Mitarbeiter im VEB Verbundnetz Gas Böhlitz-Ehrenberg, jetzt Abteilungsleiter Prozeßautomatisierung. 1979 Promotion A an der TH Leipzig. 1979 bis 1980 postgraduales Studium Untergrundspeichertechnik an der Bergakademie Freiberg.

Prof. Dr.-Ing. *Manfred Engshuber* (57) studierte von 1949 bis 1954 an der Bergakademie Freiberg (Dipl.-Ing. für Aufbereitung Kohle und Öl). Dort 1958 Promotion (Steinkohleveredlung). 1954 bis 1957 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Energetik Halle. 1959 bis 1964 im Institut für Energetik Leipzig, 1957 bis 1958 Betriebsingenieur im VEB Gasversorgung Magdeburg. Von 1964 bis 1969 Leiter des WTZ Gas der VVB Energieversorgung Berlin in Leipzig, 1970 bis 1971 stellvertretender Direktor der Ingenieurschule für Energiewirtschaft Markkleeberg. 1971 Berufung auf den Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Grundlagen der Rationalisierung und Automatisierung an der IHS Leipzig. Seit 1976 Ordinarius für Energieeinsatz an der Bergakademie Freiberg.

Bild 2. Technologisches Schema einer Untergrundspeicheranlage

VL Versorgungsleitung; *F* Filter; *FC* Durchflußregelschiene; *FI* Durchflußmeßschiene; *WÜ* Wärmeübertrager; *FA* Filterabscheider; *SI* Sicherheitstrennschalter; *SP* Speicher (z. B. Kaverne, Speicherhorizont)
1 ... 26 Schiebernummer

Betriebsregime: ◁ Ausspeisen; ◀ Einspeisen; ◁◁ Umspeisen



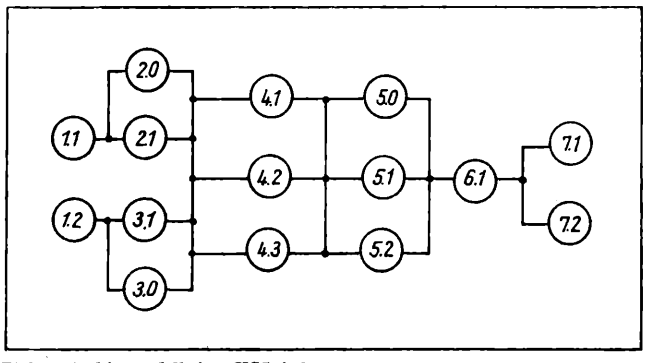


Bild 3. Strukturmodell einer UGS-Anlage

1. Laufzahl: 1 Verbindungsleitung 1 und 2 (VL, Typ $PE^{(n)}$); 2 Filter (F, Typ $PE^{(2)}$); 3 Filter (F, Typ $PE^{(2)}$); 4 Meß- und Regelschienen mit Wärmeübertrager (MR, Typ $PE^{(n)}$); 5 Filterabscheider (FA, Typ $PE^{(3)}$); 6 Sicherheitstrennschalter (SI, $PE^{(1)}$); 7 Kaverne (SP, Typ $PE^{(n)}$)
2. Laufzahl: 0 keine Prozeßeinheit im Betriebsregime; 1 eine Prozeßeinheit im Betriebsregime; 2 zwei Prozeßeinheiten im Betriebsregime; 3 drei Prozeßeinheiten im Betriebsregime

1.2. Berechnung der minimalen Anzahl von Steuerelementen

Die Berechnung der minimalen Anzahl von Steuerelementen $SE_{\min}$ erfolgt nach

$$SE_{\min} = BR + \sum_{i=1}^{m} (PE_i^{(3)} - 1) + \sum_{j=1}^{k} PE_j^{(n)} . \qquad (1)$$

$SE_{\min}$ minimale Anzahl der Steuerelemente; BR Anzahl der Betriebsregime; m Anzahl des Typs $PE^{(3)}$; k Anzahl des Typs $PE^{(n)}$; $PE_i^{(3)}$ Anzahl der Prozeßeinheiten i-ter Art vom Typ $PE^{(3)}$; $PE_j^{(n)}$ Anzahl der Prozeßeinheit j-ter Art vom Typ $PE^{(n)}$

Bei der Anzahl der Prozeßeinheiten PE_i nach (1) wird die Null mitgezählt.

1.3. Entscheidungskriterien

Die mit (1) bestimmte Anzahl von Steuerelementen rechtfertigt aber nicht in jedem Fall eine adäquate gerätetechnische Realisierung und damit die ferngesteuerte Betätigung der Schaltglieder durch die vom Anlagenfahrer bedienbaren Steuerelemente (Taster). Bei der Entscheidung sind folgende Bedingungen zu beachten:

- Die Anzahl der Schaltglieder muß größer sein als die der minimalen Steuerelemente nach (1).
- Der ökonomische Aufwand darf einer Realisierung nicht entgegen stehen.
- Der vertretbare Zeitraum zum Anfahren oder Betriebsregimewechsel muß kürzer sein als der ohne Minimierung der Steuerelemente.
- Mit der Minimierung der Steuerelemente muß sich die Zuverlässigkeit und Sicherheit des Gesamtsystems verbessern (vgl. Abschnitt 2.2.).

2. Anwendungsbeispiele

Gegeben sei die Struktur einer Untergrundspeicheranlage, deren technologisches Schema im Bild 2 dargestellt ist. Die Anlage wird über zwei Versorgungsleitungen (VL) und je ein Filter (F), die nur bei der Einspeisung benötigt werden, angeschlossen. Zur Messung und Regelung der Eingangs- und Ausgangsmengen sind jeweils dreifach vorhanden: Durchflußregelschiene (FC), Wärmeübertrager ($WÜ$), Durchflußmeßschiene (FI). Die Filterabscheider (FA) werden nur bei der Ausspeisung benötigt. Im Störungsfall soll der Sicherheitstrennschalter (SI) ansprechen. Die Ein- oder Ausspeisung des Gases erfolgt in bzw. aus zwei Kavernen (SP). Drei Produktionsaufgaben soll die Anlage erfüllen: Betriebsregime „Einspeisen in die Kavernen", Betriebsregime „Ausspeisen aus den Kavernen" und Betriebsregime „Umspeisen von der einen Versorgungsleitung in die andere".

2.1. Strukturmodell und minimale Anzahl der Steuerelemente

Im Bild 3 ist das Strukturmodell dargestellt. Die Durchflußmeß- und -regelschiene sowie die Wärmeübertrager werden als eine Prozeßeinheit (MR) betrachtet. Die Einteilung der Prozeßeinheiten nach Abschnitt 1.1. ist in der Tafel 1, die Anzahlen der Betriebsregime und Prozeßeinheiten sind in der Tafel 2 wiedergegeben.

Tafel 1. Prozeßeinheit der Untergrundgasspeicheranlage

Typ	Art/Bezeichnung	Anzahl
$PE^{(1)}$	Sicherheitstrennschalter SI	1
$PE^{(2)}$	Filter $F1$	2
	Filter $F2$	2
$PE^{(3)}$	Filterabscheider FA	3
$PE^{(n)}$	Kaverne SP	2
	Versorgungsleitung $VL1$, $VL2$	2
	Durchflußmeß- und -regelschiene Wärmeübertrager MR	3

Tafel 2. Zusammenstellung der Betriebsregime und Prozeßeinheiten

	Anzahl	Abkürzung	Nummer im Bild 3
Anzahl der Betriebsregime	$BR = 3$		
Anzahl der $PE^{(1)}$	$PE^{(1)} = 1$	SI	6.1
Anzahl der $PE^{(2)}$	$PE^{(2)} = 2$	$F1$	2.0; 2.1
	2	$F2$	3.0; 3.1
Anzahl der $PE^{(3)}$	$m = 1$		
Anzahl der Art $i = 1$	$PE_1^{(3)} = 3$	FA	5.0; 5.1; 5.2
Anzahl der $PE_j^{(n)}$	$n = 3$		
Anzahl der Art $j = 1$	$PE_1^{(n)} = 2$	VL	1.1; 1.2
Anzahl der Art $j = 3$	$PE_2^{(n)} = 3$	MR	4.1; 4.2; 4.3
Anzahl der Art $j = 2$	$PE_3^{(n)} = 2$	SP	7.1; 7.2

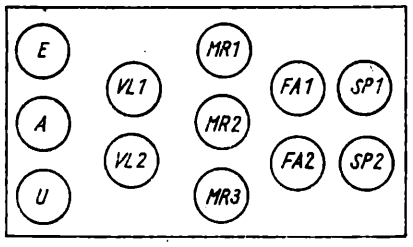


Bild 4. Schaltpult
E Einspeisung; *A* Ausspeisung; *U* Umspeisung; *VL* Verbindungsleitung; *MR* Meß- und Regelschiene; *SP* Speicher; *FA* Filterabscheider

Die gesuchte minimale Anzahl von Steuerelementen $SE_{\min}$ ergibt sich gemäß (1) aus

$$SE_{\min} = BR + (PE_1^{(3)} - 1) + \sum_{j=1}^{3} PE_j^{(n)}$$

zu $SE_{\min} = 12$.

2.2. Realisierungsmöglichkeiten

Für die Betätigung der 26 Schieber des technologischen Schemas im Bild 2 sind nach Abschnitt 2.1. nur 12 Taster (Steuerelemente) erforderlich. Da sie aus der Anzahl der in den Betriebsregimen benötigten Prozeßeinheiten abgeleitet worden sind, lassen sie sich nach dem Betriebsregime und der Prozeßeinheit benennen. So wird erreicht, daß der Anlagenfahrer nicht Schieber oder Schiebergruppen betätigt, sondern die für das jeweilige Betriebsregime notwendigen Prozeßeinheiten auswählt und durch die Bedienung der Taster die entsprechenden Schieber über eine Kombinationsschaltung in die erforderliche Stellung (Auf/Zu) fahren läßt. Im Bild 4 ist ein mögliches Steuerpult mit den Tastern dargestellt.

Die Zuverlässigkeit und Sicherheit kann verbessert werden, wenn

a) neben der genannten Kombinationsschaltung auch eine betriebsregimeunabhängige Verriegelung zwischen den Schiebern direkt vorgesehen wird
b) die Steuerelemente zur Vorauswahl genutzt werden, um eine Fehlbedienung durch Blockierung bestimmter Schieber in Abhängigkeit von der jeweiligen Produktionsaufgabe zu verhindern.

Die Schieber werden dann weiterhin einzeln über ein Leuchtschaltbild, auf dem ein technologisches Fließschema dargestellt ist, angesteuert. Für die Realisierbarkeit gelten aber weiterhin die unter Abschnitt 1.3. genannten Bedingungen.

Zusammenfassung

Ausgehend von der Anzahl der Betriebsregime und der Prozeßeinheiten einer Anlage, die eine bestimmte Produktionsaufgabe ausführt und bei der die Verteilung der Produkte durch Schaltglieder (Schieber, Klappen, Weichen usw.) erfolgt, kann die minimale Anzahl der Elemente zur Steuerung dieser Schaltglieder bestimmt werden.

msr 8725

H. Schäbe

Meßwertauswertung mit dem Programmsystem RESY

0. Einleitung

Meßwerte sind häufig stochastischer Natur, da sie Zufallsvorgängen entspringen. So sind z. B. Meßreihen, die durch Klassierung stochastischer Beanspruchungsvorgänge entstehen, Reihen von Zufallsgrößen. Es ist dann notwendig, das Verteilungsgesetz zu ermitteln, denen diese Größen unterliegen. Dabei kann nicht in allen Fällen vorausgesetzt werden, daß diese Meßwerte normalverteilt sind, wie das bei Meßfehlern der Fall ist, sondern es können auch schiefe Verteilungen auftreten. In einer Reihe von Fällen ist nicht bekannt, welches Verteilungsgesetz die Meßwertstichprobe beschreibt. Wenn die Stichprobe hinreichend groß ist (einige 100 oder 1000 Meßwerte) kann mit geeigneten Algorithmen die parametrische Familie von Verteilungsfunktionen ermittelt werden, die die Daten optimal beschreibt. Damit gelingt nicht nur eine statistische Interpretation der Meßergebnisse, sondern auch eine sehr gute Verdichtung umfangreicher Meßreihen. Nachfolgend soll das Programmsystem RESY (Reliability System) vorgestellt werden, das nicht nur für Zuverlässigkeitsberechnungen genutzt, sondern mit gleichem Erfolg in der Meßwertauswertung eingesetzt werden kann. Der Autor hat in der Praxis mit einer vorhergehenden Variante, dem Programmsystem STAUS [5], gute Erfahrungen gemacht [9].

1. Beschreibung des Programmsystems RESY

Das Programmsystem besteht aus fünf Blöcken. Diese Blöcke enthalten verschiedene Module. Tafel 1 zeigt den Aufbau des Programmsystems. Der Block SID kann zur statistischen Auswertung von Meßwerten und Schadensstatistiken benutzt werden, wenn diese Größen nicht parametrisch von weiteren Größen abhängen. So kann z. B. in SID keine Untersuchung zur Abhängigkeit der Belastung von verschiedenen zusätzlichen Einflußfaktoren durchgeführt werden. Das Programm SID erlaubt aber die Verarbeitung zensierter Daten [2] und [6]. Zu Beginn führt das Programm SID eine nichtparametrische Auswertung durch. Dabei werden die Verteilungsfunktion, ihre Dichte und Ausfallrate, sowie Momente und Quantile berechnet, ohne daß ein bestimmtes parametrisches Modell vorausgesetzt wird. Wichtiges Instrument bei der parametrischen Auswertung ist der Kern-

Tafel 1. Aufbau des Programmsystems

SID	ALT
Statistische Auswertung ohne Berücksichtigung der Abhängigkeiten von Belastungsgrößen	*Statistische Auswertung mit Berücksichtigung der Abhängigkeiten von Belastungsgrößen (Regression)*
– Nichtparametrische Auswertung unter Verwendung der empirischen Verteilungsfunktion und von Kernschätzungen [4] – Parametrische Auswertung unter Verwendung von 14 zweiparametrischen Verteilungsfunktionen – Durchführung 5 verschiedener Tests – Auswahl der optimalen parametrischen Hypothese mit dem Likelihood-Entscheidungskriterium	– Nichtparametrische Auswertung: Berechnung der Forcierungsfaktoren und ihrer Konfidenzgrenzen [7] – Parametrische Auswertung unter Verwendung von 6 Regressionsgleichungen sowie des Coxschen Regressionsmodells [3] – Statistischer Test zur Überprüfung der Regressionsgleichung
Ergebnisdatei UNIDAT	
PSID	PALT
Probabilistische Berechnungen	*Probabilistische Berechnungen*
– Zuverlässigkeitsberechnungen für k-aus-n Systeme – Berechnung der Charakteristika von Erneuerungsprozessen – Reproduktion von Verteilungsfunktionen aus der Ergebnisdatei – Berechnung von Restlebensdauer und relativer Entropie	– Berechnung der Verteilungsfunktion der Lebensdauer aus Wöhlerlinie und Lastkollektiv – Berechnung der Verteilungsfunktion der Lebensdauer aus Betriebsdauerlinie und Effektivwert der Belastung

Dr. sc. nat. *Hendrik Schäbe* (29) studierte von 1976 bis 1981 Physik an der Belorussischen Staatlichen Lenin-Universität Minsk. Von 1981 bis 1982 Teilaspirant am WB Theoretische Physik der Universität Minsk. Dort 1982 Promotion zum Dr. rer. nat. auf dem Gebiet der theoretischen und mathematischen Physik. Von 1982 bis 1986 Versuchsingenieur für technische Zuverlässigkeit im VEB Automobilwerke Ludwigsfelde. Seit 1986 wissenschaftlicher Oberassistent am Technikum Diagnostik und Zuverlässigkeit der HfV „Friedrich List" Dresden. 1987 Promotion B auf dem Gebiet der mathematischen Statistik.

schätzer. Die parametrische Auswertung des Datenmaterials kann mit folgenden 14 Verteilungsfunktionen erfolgen:

1. Weibull-Verteilung
2. Gammaverteilung
3. Normalverteilung
4. Logistische Verteilung
5. Laplace-Verteilung
6. Gleichverteilung
7. Extremwertverteilung Typ I
8. Extremwertverteilung Typ II
9. Logarithmische Normalverteilung
10. Inverse Gauß-Verteilung
11. Birnbaum-Saunders-Verteilung
12. Frechet-Verteilung
13. Cauchy-Verteilung
14. Pareto-Verteilung.

Durch die Verschiedenartigkeit der parametrischen Modelle kann eine Anpassung an unterschiedliche Daten erzielt werden. Es stehen sowohl schiefe Verteilungen zur Verfügung, als auch Verteilungen, die in den Flanken unterschiedlich stark abfallen und sinnvolle Alternativen zur Normalverteilung darstellen. Der Block ALT erlaubt eine Berücksichtigung von Regressionsparametern. Dadurch kann beispielsweise die parametrische Abhängigkeit der Verteilungsfunktion von Meßwerten von einer zusätzlichen Kenngröße ermittelt werden. Zur Modellierung der Abhängigkeit des Mittelwertes der Zufallsgröße vom Regressor sind 6 verschiedene Regressionsansätze möglich:

1. Lineare Regression
2. Exponentialregression
3. Regression nach *Wöhler*
4. Regression nach *Arrhenius*
5. Regression nach *Eyring*
6. Regression nach *Chernoff*

Die in SID und ALT berechneten Verteilungsfunktionen und Regressionsmodelle werden in der Ergebnisdatei UNIDAT abgelegt. Von dort können sie durch die Programme PSID und PALT abgerufen werden. Als Editierprogramm für die Datei fungiert das Programm UNIDAT. Die Datei besitzt eine dreistufige Hierarchie: Erzeugnis — Hauptbaugruppe — Baugruppe. Berechnungen zu einzelnen Bauteilen werden dann in einem File, das einer bestimmten Baugruppe zugeordnet ist, abgelegt. Diese Hierarchie erlaubt damit auch das Ablegen verschiedenster Meßwertkollektive, die durch Messungen an unterschiedlichen Stellen einer Betrachtungseinheit gewonnen wurden.
Die Programme PSID und PALT erlauben weitergehende wahrscheinlichkeitstheoretische Berechnungen.
Die Blöcke SID, PSID, ALT und PALT sind sämtlich mit einem Job-System ausgestattet. Alle durchzuführenden Rechnungen werden zunächst auf einem externen Speicher abgelegt und danach mit dem zuletzt eingegebenen Job beginnend, automatisch oder im Dialog abgearbeitet.
Das Programmsystem RESY ist in BASIC geschrieben, und läuft auf einem Personalcomputer PC 1715.

Tafel 2. Ergebnisse der Klassierung in 32 Klassen im Bereich von −86,7 kN bis 86,7 kN

Klasse	Anzahl	Klasse	Anzahl
1	0	17	1321
2	0	18	1241
3	0	19	770
4	0	20	493
5	0	21	267
6	0	22	140
7	0	23	95
8	0	24	61
9	0	25	45
10	0	26	19
11	19	27	23
12	106	28	3
13	373	29	1
14	819	30	1
15	1184	31	0
16	1401	32	0

Die empirische Verteilung, die theoretische Verteilung sowie ihre Dichten und Ausfallraten und andere berechnete Funktionen werden durch Pseudo-Grafik mit 20 × 70 Punkten auf dem Bildschirm und 50 × 100 Punkten auf dem Drucker dargestellt. Der für statische Auswertungen interessante Block SID besteht aus 9 Teilen:

— Jobannahme
— Jobabarbeitung
— Nichtparametrische Auswertung I
— Nichtparametrische Auswertung II
— Parametrische Auswertung I
— Parametrische Auswertung II
— Ermitteln des optimalen parametrischen Modells
— Statistische Tests
— Berechnung von Momenten und Quantilen aus der parametrischen Hypothese

2. Meßwertauswertung

Anhand eines Beispiels sollen die Möglichkeiten des Programmsystems RESY vorgestellt werden. An einem Nutzkraftwagen wurde eine Messung der Radlasten bei stochastischer Beanspruchung durchgeführt. Die Meßwerte wurden einer sogenannten Spitzenwertklassierung unterzogen. Es wurden die in Tafel 2 dargestellten Meßergebnisse erhalten. Die nichtparametrische Auswertung lieferte die empirischen Momente:

Mittelwert = 6,12879; Varianz = 189,559;
Variationskoeffizient = 2,24646;
Schiefe ETA1 = 0,674122; Exzeß ETA2 = 1,07596.

Hier ist ersichtlich, daß die Verteilung des Lastkollektivs links schief ist (Schiefe positiv) und die Gipfelform der Verteilungsdichte spitzer als die der Normalverteilung ist (Exzeß positiv). Die Verteilung der Meßwerte zeigt Bild 1. Bedingt durch die

Bild 1. Empirische Verteilung

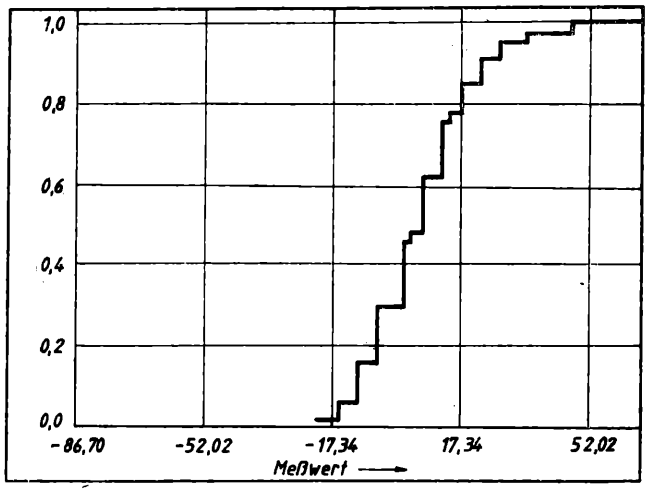
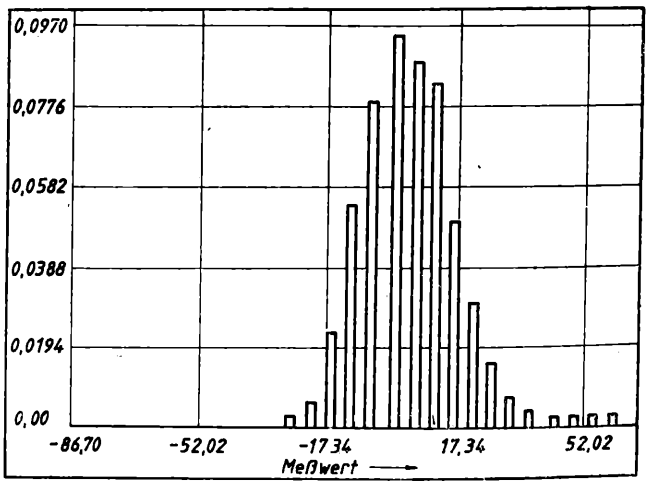


Bild 2. Histogramm



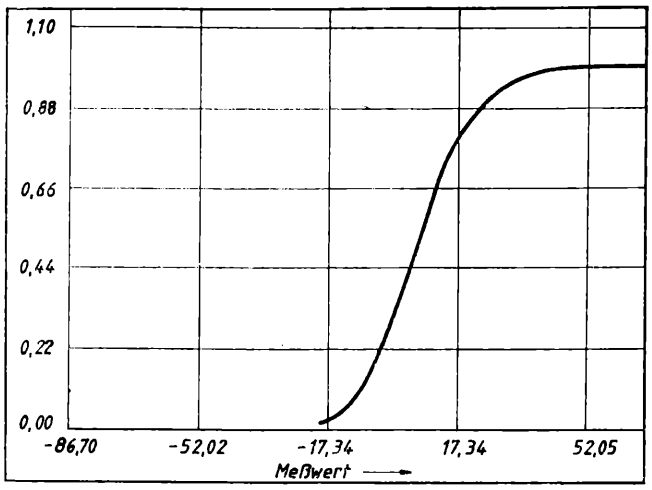


Bild 3. Kernschätzer für Verteilungsfunktion

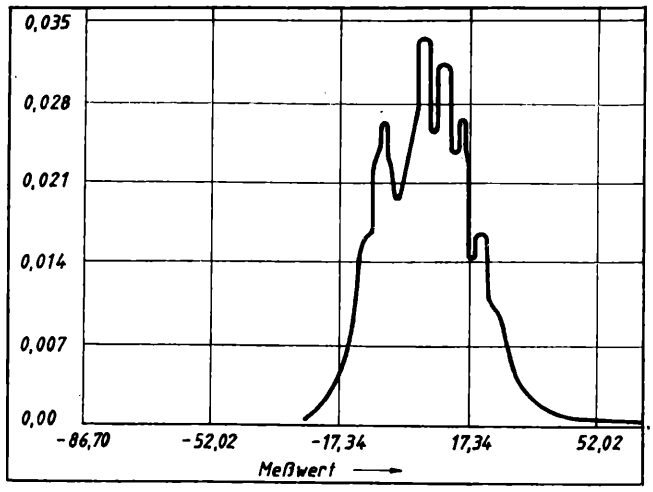


Bild 4. Kernschätzer für Wahrscheinlichkeitsdichte

Klassierung in 32 Klassen ist diese Kurve noch ziemlich grob. Derselbe Eindruck entsteht auch bei Betrachtung des im Bild 2 dargestellten Histogramms. Eine bessere und glattere Darstellung der Daten erfolgt durch den Kernschätzer. Bild 3 zeigt den Kernschätzer für die Verteilung, die im Vergleich zu Bild 1 bedeutend glatter ist. Der Kernschätzer für die Dichte (Bild 4) weist zwar noch eine Reihe von Peaks auf, ist aber nicht mehr, wie der Histogrammschätzer (Bild 2), mit Lücken behaftet, die unlogisch erscheinen. Als Ergebnis der nichtparametrischen Auswertung kann bereits die Schlußfolgerung gezogen werden, daß eine nichtgaußsche Meßwertverteilung zu vermuten ist.

Die sich anschließende parametrische Auswertung beginnt mit der Ermittlung des parametrischen Modells, das eine optimale Anpassung an die Daten erlaubt. Dabei wurde die Extremwertverteilung vom Typ II ermittelt. Diese Funktion wird durch

$$F(x) = \exp - (\exp(-(x - a)/b))$$

beschrieben. Dabei ist b ein Skalenparameter und a ein Verschiebungsparameter. Tafel 3 zeigt das Ergebnis der parametrischen Auswertung mit dieser Verteilung. Schiefe und Exzeß wurden wieder als positiv ermittelt, wie schon im Ergebnis der nichtparametrischen Auswertung. Die Ablehnung der statistischen Tests (Cramer-von-Mises-Test usw.) ist vor allem auf die zu grobe Klassierung der Ausgangsdaten zurückzuführen und liegt weniger in eventuellen Unterschieden zwischen Datenmaterial und parametrischer Verteilung begründet. Bild 5 zeigt die nichtparametrische Schätzung (empirische Verteilungsfunktion) und die parametrische Schätzung (theoretische Verteilungsfunktion). Die recht gute Übereinstimmung beider Kurven spricht für eine äquivalente Beschreibung der Daten durch die Extremwertverteilung Typ II. Bild 6 zeigt die parametrische Beschreibung der Dichtefunktion.

Zusammenfassung

Das Programmsystem RESY ist geeignet, auch bei Vorliegen nichtgaußscher Meßwertverteilungen den Verteilungstyp (parametrisches Modell) auszuwählen und mit diesem parametrischen

Tafel 3. Berechnung der Momente und Quantile auf der Grundlage der parametrischen Hypothese der Extremwertverteilung Typ II — Maximum-Likelihood-Schätzung

Parameter b = 11,916	Parameter a = 1,23356
Erwartungswert = 5,64452	Standardabweichung = 15,2828
Variationskoeffizient = 2,70754	Varianz = 233,564
ETA1 (Schiefe) = 1,13955	ETA2 (Exzeß) = 2,4
ETA3 = 8,08279	ETA4 = 12,0186
Modalwert = −1,23356	
Quantile:	
Quantil 0,05 = −14,3076	Quantil 0,1 = −11,1719
Quantil 0,15 = −8,86378	Quantil 0,2 = −6,90418
Quantil 0,25 = −5,12572	Quantil 0,3 = −3,44548
Quantil 0,35 = −1,81292	Quantil 0,4 = −0,191845
Quantil 0,45 = 1,44766	Quantil 0,5 = 3,13379
Quantil 0,55 = 4,89645	Quantil 0,6 = 6,77071
Quantil 0,65 = 8,80147	Quantil 0,7 = 11,051
Quantil 0,75 = 13,6125	Quantil 0,8 = 16,6397
Quantil 0,85 = 20,4173	Quantil 0,9 = 25,5817
Quantil 0,95 = 34,1592	
Statistische Sicherheit = 0,99	
Cramer-von-Mises-Test	abgelehnt
Test T4	abgelehnt
Kolmogorow-Test	abgelehnt
Chi-Quadrat-Test	abgelehnt
Q-Test	abgenommen

Bild 5. Empirische und theoretische Verteilungsfunktion

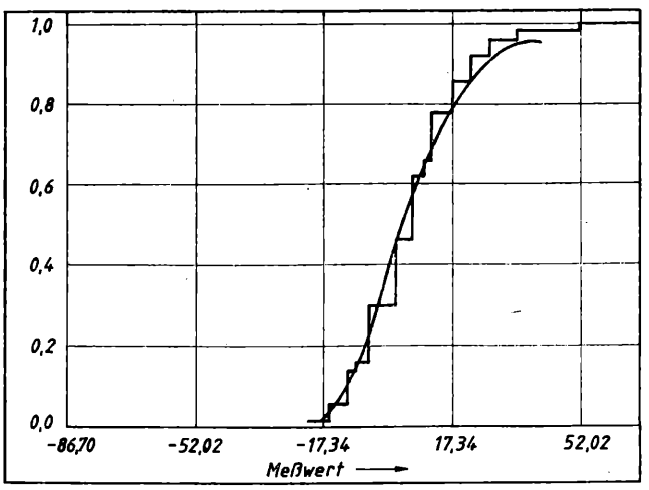
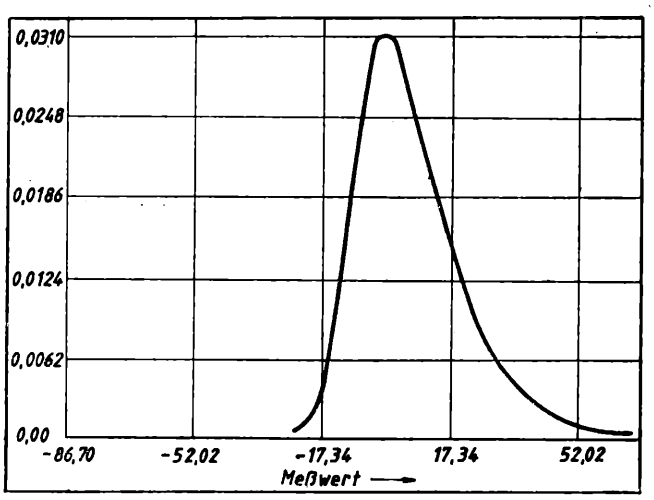


Bild 6. Verteilungsdichte



Modell die Daten statistisch auszuwerten. Wichtige Informationen über die Verteilung erhält man ebenfalls mit Hilfe der nicht parametrischen Auswertung, die selbst dann nicht versagt, wenn komplizierte Modelle, wie Mischverteilungen, vorliegen.

Literatur

[1] *Barlow, E. R.; Proschan, F.:* Statistische Theorie der Zuverlässigkeit. Berlin: Akademie-Verlag 1981.
[2] *Beichelt, F.; Franken, P.:* Zuverlässigkeit und Istandhaltung. Berlin: VEB Verlag Technik 1981.
[3] *Gill, R. D.;* Understanding Cox's Regression Model: A Martingale Approach. J. Amer. Statist. Assoc. 79 (1984) 386, S. 441–447.
[4] *Nadaraya, E. A.:* Njeparametrischekoje oceniwanije plotnosti werojatnost i kriwoj regressii (Nichtparametrische Schätzungen für Verteilungsdichten und Regressionskurven). Tbilissi: Universitätsverlag 1983.
[5] *Schäbe, H.:* Programmsystem zur statistischen Auswertung von Schadensstatistiken und Meßwerten. Rechentechnik/Datenverarbeitung, Berlin 22 (1985) 8, S. 25–27.
[6] *Schäbe, H.:* Zuverlässigkeitsanalyse mit kompliziert zensierten Stichproben. Dissertation B, HfV „Friedrich List" Dresden 1987.
[7] *Schäbe, H.:* Zur Parameterschätzung in einem Modell der forcierten Lebensdauerprüfung. Institut für Mechanik der AdW der DDR. Preprint P-MECH-01/85, Berlin 1985.
[8] *Schäbe, H.:* Dokumentation zum Programmsystem RESY. Technikum Diagnostik und Zuverlässigkeit. HfV „Friedrich List", Dresden 1986.
[9] *Hübner, P.; Schäbe, H.:* Rechnergestützte Verarbeitung von Vielstellenbeanspruchungsmessungen im Amplitudenbereich. 8. Koll. „Zuverlässigkeit und ökonomischer Materialeinsatz bei Landmaschinen", Brielow 1985, S. 86–93.

msr 8745

H. Meyl

Modell zur Ermittlung der Entwurfszuverlässigkeit großtechnischer Systeme für bestimmte Fahrstrategien

0. Einleitung

Größere automatisierte Anlagen, in die der Mesnch auch von Hand eingreifen kann, werden als „Großtechnische Systeme" oder auch als „Mensch-Maschine-Systeme" bezeichnet. Für derartige komplexe Systeme sind Zuverlässigkeitsaussagen zu treffen, wobei es nicht ausreicht, nur die Zustände „funktionsfähig" oder „nicht funktionsfähig" zuzulassen. Es ist vielmehr danach zu fragen, mit welcher Zuverlässigkeit, in welchem Grad, ein solches System seiner vorgesehenen Aufgabenerfüllung gerecht wird. Ebenso genügt es keinesfalls, nur technische Größen zu betrachten. Der Mensch als untrennbarer Teil des Gesamtsystems ist einzubeziehen.

In der TGL 26096/01 wird unter einer Betrachtungseinheit ein technischer Gegenstand für einen bestimmten Verwendungszweck verstanden. Als Zuverlässigkeit gilt die Eigenschaft, wie dieser technische Gegenstand vorgegebene Funktionen unter Einhaltung vorgegebener Werte festgelegter Parameter bei vorgegebenen Betriebsarten und Nutzungsbedingungen in einem bestimmten Zeitintervall erfüllen kann.

Diese einseitige, technisch orientierte Zuverlässigkeitsbetrachtung ist für großtechnische Systeme in der Regel nicht ausreichend. In diesem Beitrag soll der Mensch in die Zuverlässigkeitsbetrachtungen einbezogen werden.

Es wird ein Modell vorgestellt, in dem gleichwertige und zugleich etwa gleichbedeutende und -belastete Technik in Gruppen zusammengefaßt wird. Im Anschluß daran wird unter Beachtung der mittleren Reparaturzeiten für die ausgefallene Technik innerhalb einer Gruppe mit Hilfe der Bedienungstheorie ermittelt, mit welcher Wahrscheinlichkeit 0, 1, 2, ... Einheiten einer Gruppe ausfallen. Das geschieht mit allen Gruppen, in die eine komplexe Betrachtungseinheit (technisches Großsystem für eine bestimmte Fahrstrategie) aufgeteilt wurde. Dabei kann, wenn nötig, eine Gruppe auch nur aus einer Einheit bestehen (eine Bedientastatur, ein außerordentlich wichtiger Regelkreis usw.). Schließlich werden alle möglichen Kombinationen von Zuständen gebildet, von denen jeweils eine, aber zu jedem Zeitpunkt immer nur eine, einen bestimmten Anlagenzustand charakterisiert. Anschließend erfolgt eine Zuordnung der Kombinationswahrscheinlichkeiten zu Bewertungsstufen des technischen Anlagenzustandes und noch je einmal zu Bewertungsstufen der Belastung des Anlagenfahrers.

Die vorgenommenen Zuordnungen werden abschließend quantitativ ausgewertet.

1. Verbale Modellvorstellung

Der Ermittlung von Ausfallwahrscheinlichkeiten einer jeweils bestimmten Anzahl von Teilsystemen (Geräte usw.) in ausgewählten Gruppen kommt eine zentrale Bedeutung zu. Neben der Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit wird eine Verknüpfung zwischen „Teilsystem-Ausfall" und der damit verbundenen Mehrbelastung des Anlagenfahrens hergestellt, weil neben dem rein technisch bedingten Qualitätszustand der Anlage selbst auch der Anlagenfahrer überlastet werden oder ihm zu wenig Informationen über den Anlagenzustand zur Verfügung stehen können. Um Aussagen über die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems „Mensch — Technik" für bestimmte Fahrstrategien machen zu können, wird ein Werteschlangenmodell genutzt. Zunächst soll die Vorgehensweise verbal beschrieben werden.

1.1. Zusammenhang zwischen Automatisierungsanlage und Reparaturpersonal

Beachtet man, daß zu jeder größeren Automatisierungsanlage ständig bereitstehendes Reparaturpersonal gehört, dessen Aufgabe es ist, ausgefallene Teilsysteme instandzusetzen bzw. auch durch funktionstüchtige zu ersetzen, so ist einleuchtend, daß zwischen installierter Technik und einem eingesetzten Reparaturservice mit gewissem strukturellen Aufbau ein untrennbarer Zusammenhang besteht. Das ist so, weil ausgefallene BMSR-Technik, Anlagentechnik usw. von verschiedenen spezialisierten Kräften wieder instandgesetzt werden. Diese Technik steht dann wieder funktionstüchtig zur Verfügung.

Dieser Zusammenhang darf nicht außer acht gelassen werden, wenn es um die Bestimmung der genannten Wahrscheinlichkeiten geht.

1.2. Ein weiterer Zusammenhang

Bei jedem praktisch realisierten automatisierten Prozeß, in den der Mensch von Hand eingreift, gibt es Bedienhandlungen. Diese Handlungen setzen sich aus Prozeßzustandsbeobachtungen und möglichen vorgesehenen Eingriffen zur Herbeiführung gewollter Änderungen des Prozeßverlaufs selbst bzw. zur Korrektur von aufgetretenen Störungen im Prozeßgeschehen zusammen.

Dabei können die vorzunehmenden Handlungen eingeteilt werden in:

- zeitlich bedingte Handlungen bei ungestörtem Prozeßverlauf und vollfunktionsfähiger Automatisierungs- und Bedieneinrichtung (Normalhandlungen für eine bestimmte Fahrstrategie)
- Zusatzhandlungen, die durch einen nicht ordnungsgemäßen Zustand der *Automatisierungseinrichtungen* bedingt sind
- Zusatzhandlungen, die notwendigerweise für Korrekturen von Prozeßstörungen erforderlich sind (Störungsmeldungen, Quittierung usw.)

Dr.-Ing. *Heini Meyl* (60) studierte nach der Ausbildung zum Flugzeugelektromechaniker und Fernmeldemonteur von 1952 bis 1959 an der Universität Rostock bzw. der TH Dresden mit einem Abschluß als Dipl.-Ing. für Flugzeugbordgeräte. 1980 Promotion A. Von 1959 bis 1965 Militärakademie „Friedrich Engels", 1965 bis 1968 Mitarbeiter der intercontrol GmbH, 1968 bis 1972 Angehöriger staatlicher Organe. Seit 1972 Entwicklungsingenieur im VEB GRW Teltow bzw. seit 1985 im VEB EAB/ZFT.

– Zusatzhandlungen, die wegen technischer Defekte in der *Anlage* selbst erforderlich sind.

Weil mit zunehmender Anzahl technisch gestörter Teilsysteme in der Automatisierungseinrichtung und in der Anlage selbst eine wachsende Belastung des Anlagenfahrers verbunden ist, kann es, abgesehen von rein technisch bedingten Ausfällen oder qualitätsmindernden Zuständen, auch zu Zuständen kommen, in denen der Anlagenfahrer überlastet oder das Informationsangebot über den Anlagenzustand völlig unzureichend ist. Beides wird hier Überbelastung genannt. Das heißt, es kann zu sehr kritischen Zuständen kommen, und das weitere Betreiben der Automatisierungsanlage ist nicht mehr zu verantworten.

1.3. *Schematische Darstellung und Erläuterung des Gesamtzusammenhangs*

Im Bild 1 ist der Zusammenhang zwischen den materiellen Strömen (Anforderungsstrom an Reparaturservice und Rückführstrom wieder funktionsfähiger Teilsysteme) und dem Belastungsstrom dargestellt. Dabei sind der Anforderungs- und auch der Rückführstrom diskrete Zufallsgrößen (ganzzahlig, positiv und nicht abnehmend).
Die im Schema dargestellten Ströme haben folgende Bedeutung:

Forderungsstrom A_0 (Belastungsstrom)

Zur näheren Erläuterung des Forderungsstromes möge folgendes genügen:
Es handelt sich um zu ganz bestimmten Zeiten ausgefallene Teilsysteme einer Automatisierungsanlage. Als einfaches Beispiel sollen die Regelkreise eines Automatisierungssystems betrachtet werden (Bild 2). Fällt z. B. ab Betrachtungszeitpunkt $t_0 = 0$ zur Zeit t_{F3} als dritte Einheit ein Regelkreis aus, so geht der Forderungsstrom vom Zustand Z_{F2} genau zur Zeit t_{F3} in den Zustand Z_{F3} über, d. h. von $t_0 = 0$ bis $(t_{F3} - 0)$ waren 2 Regelkreise ausgefallen und ab t_{F3} sind es drei usw.

Rückführstrom B_0 (Entlastungsstrom)

Mit dem Rückführstrom werden die wieder in Betrieb genommenen Teilsysteme genau zeitlich zugeordnet erfaßt. Wird z. B. zur Zeit t_{R2} ab Betrachtungszeitpunkt $t_0 = 0$ ein Regelkreis wieder in Betrieb genommen, so gelangt der Entlastungsstrom vom Zustand Z_{R1} genau zum Zeitpunkt t_{R2} in den Zustand Z_{R2}, d. h., unter der Voraussetzung, daß zur Zeit $t_0 = 0$ alle Regelkreise einer Automatisierungsanlage funktionstüchtig waren, ist $t_{R2} > t_{F2}$. Ist gleichzeitig $t_{R2} < t_{F3}$, so stehen dem Anlagenfahrer ab t_{R2} bis t_{F3} alle Regelkreise zur Verfügung und erst ab t_{F3} ist wieder ein Regelkreis ausgefallen, solange $t_{R3} < t_{F4}$. Ist jedoch $t_{R3} > t_{F4}$, so heißt das, mindestens ein Regelkreis ist ausgefallen. Zum Zeitpunkt $t = t_{R4}$, wird seitens des Bedienservice ein vierter ausgefallener Regelkreis wieder in Betrieb genommen, bei $t = t_{R5}$ ein fünfter usw.

Belastungsstrom A_1

Beim Belastungsstrom handelt es sich um keinen materiellen Strom, sondern um einen Handlungsstrom. Zum Beispiel hat der Anlagenfahrer bei jedem ausgefallenen Regelkreis die zu regelnde Größe von Hand zu steuern. Das bedeutet eine zusätzliche Belastung des Anlagenfahrers gegenüber der normalen Fahrstrategie. Diese Zusatzbelastung nimmt mit der wachsenden Anzahl von ausgefallenen Teilsystemen zu.

Entlastungsstrom B_1

Mit jedem vom Bedienungsservice wieder in Betrieb genommenen Teilsystem wird der Anlagenfahrer von notwendigen Zusatzhandlungen, die durch den Ausfall erforderlich wurden, wieder entlastet.

Zusatzhandlungsstrom C

Der Zusatzhandlungsstrom $Z_Z(t)$ wird zu jeder Zeit t durch die zu dieser Zeit ausgefallenen Teilsysteme (Bildschirme, Regelkreise, Basiseinheiten usw.), die dem Anlagenfahrer nicht zur Verfügung steht, bestimmt. Es gilt:

$$Z_Z(t) = f(t, Z_F, Z_E,) = \sum_{i=0}^{v} p_i Z_{Fi}(t) - \sum_{i=0}^{v} p_i Z_{Ei}(t)$$

mit

p_i	Proportionalitätsfaktoren,
$Z_{Fi}(t)$	Anzahl der Ausfälle eines Teilsystems i zur Zeit t,
$Z_{Ei}(t)$	Anzahl des wieder in Betrieb genommenen Teilsystems i zur Zeit t,
v	Anzahl der insgesamt in die Betrachtungen mit einbezogenen unterschiedlichen Gruppen von jeweils einer bestimmten Technik.

Der Zusatzhandlungsstrom ist abhängig von der Anzahl und Art der Technik, die ausgefallen ist. Ein ausgefallener Bildschirm wirkt auf die Zusatzbelastung anders als ein ausgefallener Regelkreis usw. Es treten in der Regel Kombinationen von Ausfällen nicht gleichwertiger Teilsysteme auf.

Fahrstrategiestrom D

Entsprechend einer vorliegenden Fahrstrategie (Kalt-, Warm-, Heißstart, Konstantlastfahren, Lastwechsel, Abfahren) sind die

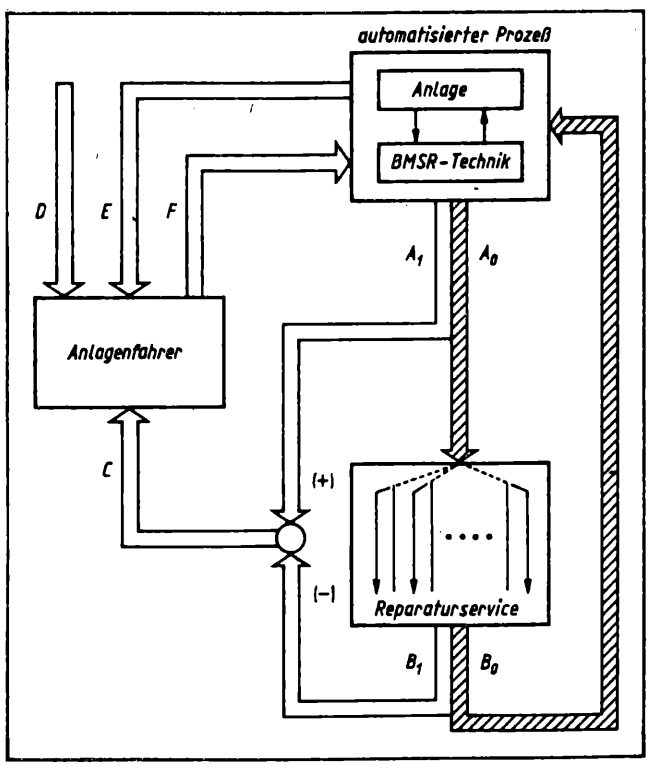


Bild 1. Schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen ausgefallener einschließlich instandgesetzter Technik und Belastung des Anlagenfahrers

materielle Ströme: A_0 Forderungsstrom; B_0 Rückführstrom
Handlungsströme: A_1 Belastungsstrom; B_1 Entlastungsstrom; C Zusatzhandlungsstrom; D Fahrstrategiestrom; E mittlerer Handlungsaufforderungsstrom; F Summenstrom

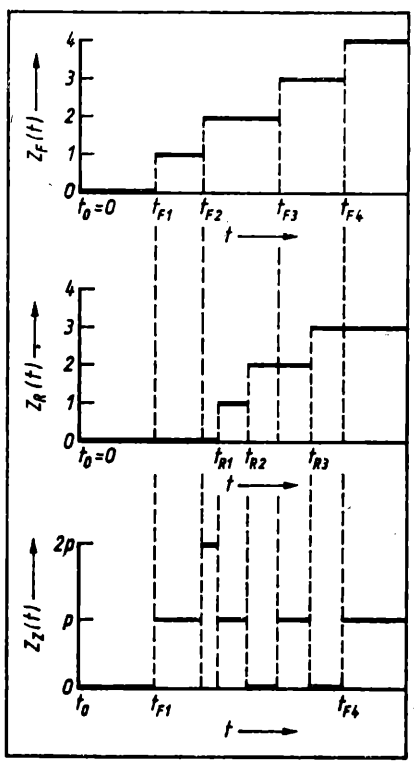


Bild 2. Zusammenhang zwischen den Zuständen des Forderungsstromes, des Rückführstromes und des Zusatzhandlungsstromes bei gleichwertiger Technik

$Z_F(t)$ Forderungsstrom; $Z_R(t)$ Rückführstrom; $Z_Z(t)$ Zusatzhandlungsstrom

einer Fahrstrategie zugeordneten und in Programmablaufplänen festgelegten Handlungen vom Anlagenfahrer auszuführen. Zur Bestimmung dieser Belastung des Anlagenfahrers wird vorausgesetzt, daß alle technischen Teilsysteme der Automatisierungsanlage voll funktionstüchtig sind.

Mittlerer Handlungsaufforderungsstrom E

Bei diesem Strom handelt es sich um einen mittleren Strom von stochastischen Störungen, die vom Anlagenfahrer zu quittieren sind und Gegenmaßnahmen von ihm verlangen. Zur Bestimmung dieser Belastung wird wieder vorausgesetzt, daß die Automatisierungsanlage sich in einem völlig funktionstüchtigen Zustand befindet.

Summenstrom F

Dieser Strom beinhaltet die gesamte Handlungsbelastung des Anlagenfahrers. Er setzt sich zusammen aus dem Fahrstrategiestrom, dem mittleren Handlungsaufforderungsstrom und dem Zusatzhandlungsstrom bedingt durch ausgefallene Teilsysteme. Er darf eine maximale Grenze nicht überschreiten.

1.4. Betrachtung der Handlungshäufigkeit

Zur Ermittlung der Bedienhandlungsdichte wird vorgeschlagen, von einer Grundbasis auszugehen, die einer Minimalbelastung des Anlagenfahrers bei einer bestimmten Fahrstrategie entspricht.
Im folgenden sind die Bedingungen für eine minimale Belastung des Anlagenfahrers, bezogen auf eine bestimmte Fahrstrategie, aufgelistet:

1. In der automatisierten Anlage selbst gibt es bedingt durch Umgebungseinflüsse usw. keinen Ausfall irgendeines Anlagenteils, das für eine vorgesehene Fahrweise benötigt wird.
2. Alle Sicherheits- und Schutzvorrichtungen sind funktionstüchtig.
3. Grenzwertüber- oder -unterschreitungen treten in einer mittleren Erwartungsdichte auf. Der Anlagenfahrer hat sie einzuordnen und zu quittieren.
4. In der dem Prozeß überlagerten Automatisierungseinrichtung gibt es keinen Ausfall irgendeines Automatisierungsteils (alle Prozeßinformationen liegen vor bzw. sind griffbereit, Steuerungen und Regelungen arbeiten einwandfrei und alle vorgesehenen Prozeßeingriffsmöglichkeiten stehen funktionstüchtig zur Verfügung).
5. Lastwechsel und An- und Abfahroperationen erfolgen so, wie sie in Programmablaufplänen festgelegt sind.
6. Der Anlagenfahrer verfügt über eine gewisse Zeitreserve für Zusatzhandlungen, die als Folge nichtintakter Teilsysteme erforderlich sind.

In allen anderen Fällen sind Zusatzhandlungen erforderlich, die durch technische Defekte hervorgerufen werden. Entsprechend dem ausgefallenen Teilsystem, lassen sich neben rein technischen Zustandsaussagen zugleich Aussagen über die Belastung des Anlagenfahrers machen.

2. Bedienungstheoretische Beschreibung

2.1. Anmerkungen

Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten dafür, wieviel Teilsysteme aus einer bestimmten Gruppe ausgefallen sind, soll die Bedienungstheorie genutzt werden. Sie beschäftigt sich mit der mathematischen Beschreibung und Untersuchung von Bediensituationen, die von zufälligen Ereignissen beeinflußt werden. Eine Bediensituation besteht darin, daß Kunden, Geräte, Einheiten usw. zwecks Bedienung (Abfertigung, Bearbeitung, Behandlung usw.) ein Bediensystem durchlaufen müssen (Forderungsstrom). Im vorliegenden Fall soll folgende Zuordnung gelten:

Bediensystem:	Reparaturwerkstatt, Reparaturpersonal
Einheiten des Forderungsstroms:	defekte Geräte usw.
Art der Bedienung:	Reparatur bzw. auch Austausch.

Ein Bedienkanal sei hier eine Einrichtung in einem Bediensystem, durch das defekte ausgefallene Geräte, Funktionseinheiten usw. wieder funktionsfähig gemacht bzw. auch ausgetauscht werden. Ein Bediensystem kann über ein oder mehrere und im Grenzfall eine unbegrenzte Anzahl von Bedienkanälen verfügen. Hier wird vorausgesetzt, daß alle Bedienkanäle eines Bediensystems die gleiche Leistungsfähigkeit besitzen und ihre Anzahl begrenzt ist. Bei den zu betrachtenden Wartesystemen reihen sich die Forderungen in eine Warteschlange ein. Diese Warteschlange kann begrenzt oder auch unbegrenzt sein. In vorliegendem Fall wird nur auf ein Wartesystem mit einer begrenzten Anzahl von Forderungen etwas näher eingegangen, weil in einer Automatisierungsanlage immer nur von einem Sortiment an Geräten, Funktionseinheiten usw. eine begrenzte Anzahl vorhanden ist. Bei Ausfall müssen sie wieder instandgesetzt bzw. ausgetauscht werden, d. h., sie durchlaufen als Forderungen das Bediensystem. Bei der nun folgenden kurzen Beschreibung des Bediensystems wird darauf geachtet, daß die einschränkenden Bedingungen mit angeführt werden, die schließlich zu dem hier verwendeten Gleichungssystem führen. Es ist jeweils zu prüfen, ob diese Bedingungen hinreichend genau für den gedachten Fall die Anwendung des angeführten Gleichungssystems rechtfertigen.

2.2. Forderungsstrom und Bedienzeit

Der Forderungsstrom beschreibt die zeitliche Aufeinanderfolge von Bedienforderungen. Er ist eine diskrete Zufallsgröße, ganzzahlig positiv und nicht abnehmend. Er wird mit $X(t)$ bezeichnet. Sinnvoll ist, $X(t \leqq 0) = 0$ zu setzen. Zur vollständigen Charakterisierung einer Zufallsgröße ist es notwendig, die Menge ihrer möglichen Werte K_i zu beachten und ein Verfahren zur Bestimmung und zum Vergleich der Wahrscheinlichkeit dieser Werte

$$P[X(t) = K_i] = F(t, K_i)\,, \qquad i = 0, 1, 2, \ldots \tag{1}$$

für jede Zeit t anzugeben. Im Grenzfall gilt $i \to \infty$.
Man wird immer bemüht sein, die Beschreibung eines Vorgangs hinreichend genau aber auch so einfach als möglich zu gestalten. Im folgenden sind vereinfachte Bedingungen angegeben, die praktisch von großer Bedeutung sind:

a) Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen von k Forderungen für einen Zeitraum $t > 0$ ist von t unabhängig (stationärer Forderungsstrom).
Es gilt

$$P[X(t) = k] = P[X(t + a) - X(a)] = V_k(t)\,. \tag{2}$$

b) Es können nicht 2 und mehr Forderungen zum gleichen Zeitpunkt ankommen (ordinärer Forderungsstrom), d. h.

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\sum_{i=2}^{n} V_i(t, t + \Delta t)}{\Delta t} = 0\,. \tag{3}$$

c) Hier gelten die Bedingungen a) und b) zugleich (einfacher Forderungsstrom, es ergibt sich eine Poisson-Verteilung).

Weiterhin wird mit einem einfachen Forderungsstrom gearbeitet. Er ist sowohl stationär als auch ordinär, ist mathematisch gut zu beherrschen und hat eine vielfache praktische Anwendung gefunden.
Wird für die Zufallsgröße „Bedienzeit" eine Exponentialverteilung vorausgesetzt, so ergibt sich wegen $F(t < 0) = F(t = 0) = 0$ und $F(\infty) = 1$:

$$P(\gamma_m < t) = F(t) = 1 - e^{-\nu t}\,. \tag{4}$$

γ_m mittlere Bedienzeit, $\nu = 1/\gamma_m$

2.3. Gleichungen für das betrachtete Modell

Die Gleichungen für das Warteschlangenmodell mit einer begrenzten Anzahl von Forderungen, exponential verteilter Bedienzeit und der Voraussetzung $t \to \infty$ (der Bedienprozeß wird beständig) lauten:

$$P_k = \frac{m!}{k!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0 \quad \text{für} \quad k \leqq n\,,$$

$$P_k = \frac{m!}{n^{k-n} \cdot n!\,(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k P_0 \quad \text{für} \quad k \geqq n\,,$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n} \frac{m!}{k!(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k + \sum_{k=n+1}^{m} \frac{m!}{n^{k-n} n!\,(m-k)!}\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k}$$

mit

m Anzahl der Einheiten in einer Betrachtungsgruppe
n Anzahl der Bedienkanäle, d. h., wieviele Einheiten einer Betrachtungsgruppe können gleichzeitig repariert werden
$\lambda = 1/\Theta$ Ausfallrate
$\nu = 1/\gamma_m$ Kehrwert der mittleren Bedienzeit (γ_m Reparaturzeit, beginnend vom Ausfall einer Einheit bis zur Wiederinbetriebnahme)
$k = 0, 1, \ldots, m$ Laufparameter.

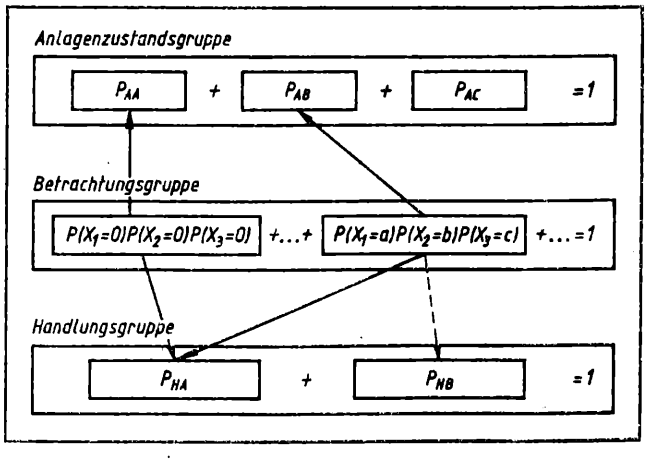
3. Bestimmung der Zuverlässigkeit komplizierter technischer Systeme unter Nutzung der Bedienungstheorie

In diesem Abschnitt wird ein Abarbeitungsalgorithmus vorgestellt, der zum gewünschten Ziel führt. Er ist hier in folgende 9 Einzelschritte unterteilt worden:

1. Herausarbeitung einer repräsentativen komplexen Betrachtungseinheit für eine bestimmte Anlagenfahrweise
2. Aufgliederung der komplexen Betrachtungseinheit in Betrachtungsgruppen (Regelkreise, Bildschirme usw.)
3. Überprüfung auf mögliche Reduzierung der Betrachtungseinheit
   Hier wird einfach überprüft, ob Details der komplexen Betrachtungseinheit zur Vereinfachung der vorzunehmenden Berechnungen fallengelassen werden können. Das darf aber auf keinen Fall zu einer Verfälschung der zu erzielenden Rechenergebnisse führen.
   Mögliche Vereinfachungen ergeben sich durch Komprimierung der komplexen Betrachtungseinheit auf die eigentlich bestimmenden Schwachelemente. Das heißt:
   - Weglassen von Elementen mit extrem hoher Zuverlässigkeit (auch wenn sie mit Redundanz erreicht wurde), die mit Sicherheit zur Lösung keinen Beitrag leisten
   - Vernachlässigung von Einrichtungen, die nur zur Vorbereitung der Prozeßführung dienen.
4. Einzelanalyse der Betrachtungsgruppen
   Die Einzelanalyse erfolgt unter Beachtung, daß nur in der jeweils betrachteten Gruppe ein und mehrere Einheiten (Elemente) ausgefallen sind. Dazu werden die Auswirkungen sowohl auf die Anlage selbst als auch die Zusatzbelastung des Anlagenfahrers gegenüber seiner Belastung bei völlig intakter Technik beurteilt.
   Die Einzelanalyse ist nur ein Hilfsmittel aber auch eine bedeutende Entscheidungshilfe für die Sortierung bzw. Zuordnung der Kombinationswahrscheinlichkeiten. Selbstverständlich müssen hierzu Kriterien für die technische Beurteilung der Auswirkung auf die Anlage selbst, als auch für die Beurteilung der Zusatzbelastung des Anlagenfahrers vorliegen.
   Es ist zweckmäßig, nur Betrachtungen, beginnend ab dem Ausfall einer Einheit, bis zur gerade nicht mehr zulässigen Ausfallanzahl vorzunehmen. Diese Ausfallanzahl ist entweder technisch begründet oder repräsentiert den Fall, daß der Anlagenfahrer überlastet ist.
5. Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten dafür, wieviel Elemente einer Betrachtungsgruppe für den Anlagenbetrieb nicht zur Verfügung stehen, beginnend von $P(X = 0)$ bis $P(X = x_{max})$ und Bestimmung der Summe aller Wahrscheinlichkeiten
   $P(X > x_{max})$.
   Dabei ist x_{max} die Anzahl der maximal zulässigen Ausfälle von Teilsystemen innerhalb einer Betrachtungsgruppe für den günstigsten Fall, daß in allen anderen Betrachtungsgruppen der komplexen Betrachtungseinheit keine weiteren Ausfälle auftreten.
6. Bestimmung aller möglichen Kombinationswahrscheinlichkeiten
   Es sind alle Wahrscheinlichkeiten für einen bestimmten Zustand der technischen Anlage zu ermitteln (siehe auch Abschnitt 4.).
7. Sortieren und Zuordnen der ermittelten Kombinationswahrscheinlichkeiten
   Ziel ist, jede ermittelte Kombinationswahrscheinlichkeit einmal der Belastung des Anlagenfahrers und zum anderen einer Abstufung des technischen Anlagenzustandes zuzuordnen. Diese Zuordnungen sind so vorzunehmen, daß sie jeweils nur einmal zu einer Untergruppe der Anlagenzustandsgruppe und zum anderen zu einer Untergruppe der Handlungsgruppe gehören.
   Ein Beispiel mit 3 Geräteauswahlgruppen und nur $2 \cdot 3 = 6$ möglichen Unterscheidungszuständen (Bild 3) soll die Vorgehensweise erläutern.
   Alle Kombinationswahrscheinlichkeiten bilden eine vollständige Gruppe unvereinbarer Ereignisse. Also beträgt ihre Summe Eins. Ihre Anzahl ist abzählbar. Sie mögen folgenden Mengen zugeordnet sein:
   $\boldsymbol{M}_{A1}$ Anlage voll funktionstüchtig, anlagenzugeordnet
   $\boldsymbol{M}_{A2}$ Anlage beschränkt fahrbar, anlagenzugeordnet
   $\boldsymbol{M}_{A3}$ Anlagenausfall, anlagenzugeordnet
   $\boldsymbol{M}_{H1}$ Anlagenfahrer nicht überfordert, handlungszugeordnet
   $\boldsymbol{M}_{H2}$ Anlagenfahrer ist überfordert, handlungszugeordnet.
   Folglich ergibt sich als Menge $\boldsymbol{V}$ aller Kombinationswahrscheinlichkeiten:
   $$\boldsymbol{V} = \boldsymbol{M}_{A1} \cup \boldsymbol{M}_{A2} \cup \boldsymbol{M}_{A3} = \boldsymbol{M}_{H1} \cup \boldsymbol{M}_{H2} . \quad (5)$$
   Alle Kombinationswahrscheinlichkeiten, die sowohl $\boldsymbol{M}_{A1}$ als auch $\boldsymbol{M}_{H1}$ zugeordnet sind, gehören zu denen, die die volle Leistungsfähigkeit der Automatisierungsanlage charakterisieren. Es ist dies die Durchschnittsmenge
   $$\boldsymbol{D}_1 = \boldsymbol{M}_{A1} \cap \boldsymbol{M}_{H1} . \quad (6)$$
   Entsprechend seien
   $$\boldsymbol{D}_2 = \boldsymbol{M}_{A2} \cap \boldsymbol{M}_{H1} \quad (7)$$
   alle Kombinationswahrscheinlichkeiten zugeordnet, die es zulassen, daß die Automatisierungsanlage zwar noch funktioniert, aber ihre volle Leistung nicht mehr erbringt.
   Allen anderen möglichen Durchschnittsmengen $\boldsymbol{D}_3$ bis $\boldsymbol{D}_6$ gehören die Kombinationswahrscheinlichkeiten an, die den Ausfall der Automatisierungsanlage zur Folge haben.
8. Quantitative Ergebnisermittlung
   Hier ist ganz einfach zu beachten, daß die Summe aller Wahrscheinlichkeiten, die einer herausgearbeiteten Durchschnittsmenge angehören, die Wahrscheinlichkeit dafür ist, daß das diesem Durchschnitt zugeordnete Charakteristikum eintritt.
   Im angeführten Beispiel erhält man:
   $$\underbrace{\sum^{\boldsymbol{D}_1} P(X \in \boldsymbol{D}_1)}_{\text{voll funktionstüchtig}} + \underbrace{\sum^{\boldsymbol{D}_2} P(X \in \boldsymbol{D}_2)}_{\text{beschränkt fahrbar}} + \underbrace{\sum^{\overline{\boldsymbol{D}_1 \cup \boldsymbol{D}_2}} P(X \notin \boldsymbol{D}_1 \cup \boldsymbol{D}_2)}_{\text{Anlagenausfall}} = 1 . \quad (8)$$

Bild 3. Übersichtsdarstellung von Gruppen und Untergruppen am Beispiel von 3 Gerätegruppen

Anlagenzustandsuntergruppen:
P_{AA} voll funktionstüchtig; P_{AB} fahrbar, aber mit Qualitätsverlust; P_{AC} ausgefallen
Handlungsuntergruppen:
P_{HA} Anlagenfahrer nicht überlastet; P_{HB} Anlagenfahrer überlastet → Ausfall
Betrachtungsgruppen:
Kombinationswahrscheinlichkeiten für Geräteauswahlgruppen, z. B. X_1 Bildschirme; X_2 Bedientastaturen; X_3 Regelkreise gleicher Bedeutung und Struktur
$0 \leqq a, b, c \leqq$ maximale Anzahl von Geräten in der jeweiligen Gruppe



Das ist so, weil alle möglichen Kombinationswahrscheinlichkeiten eine vollständige Gruppe bilden. Ein Zustand von den betrachteten und nur einer existiert immer.
Speziell bedeuten hier:

$X \in \boldsymbol{D}_i$ die Kombination X ist in der Menge des Durchschnitts $\boldsymbol{D}_i$ enthalten

$X \notin \boldsymbol{D}_1 \cup \boldsymbol{D}_2$ die Kombination X ist nicht in der Menge der Kombinationen, die zu den Durchschnitten $\boldsymbol{D}_1$ und $\boldsymbol{D}_2$ gehören, enthalten

$\overline{\boldsymbol{D}_1 \cup \boldsymbol{D}_2}$ die Anzahl der Kombinationen, die nicht zur Menge $\boldsymbol{D}_1 \cup \boldsymbol{D}_2$ gehören, also
$\boldsymbol{D}_3 \cup \boldsymbol{D}_4 \cup \boldsymbol{D}_5 \cup \boldsymbol{D}_6 = \boldsymbol{V} - (\boldsymbol{D}_1 \cup \boldsymbol{D}_2)$.

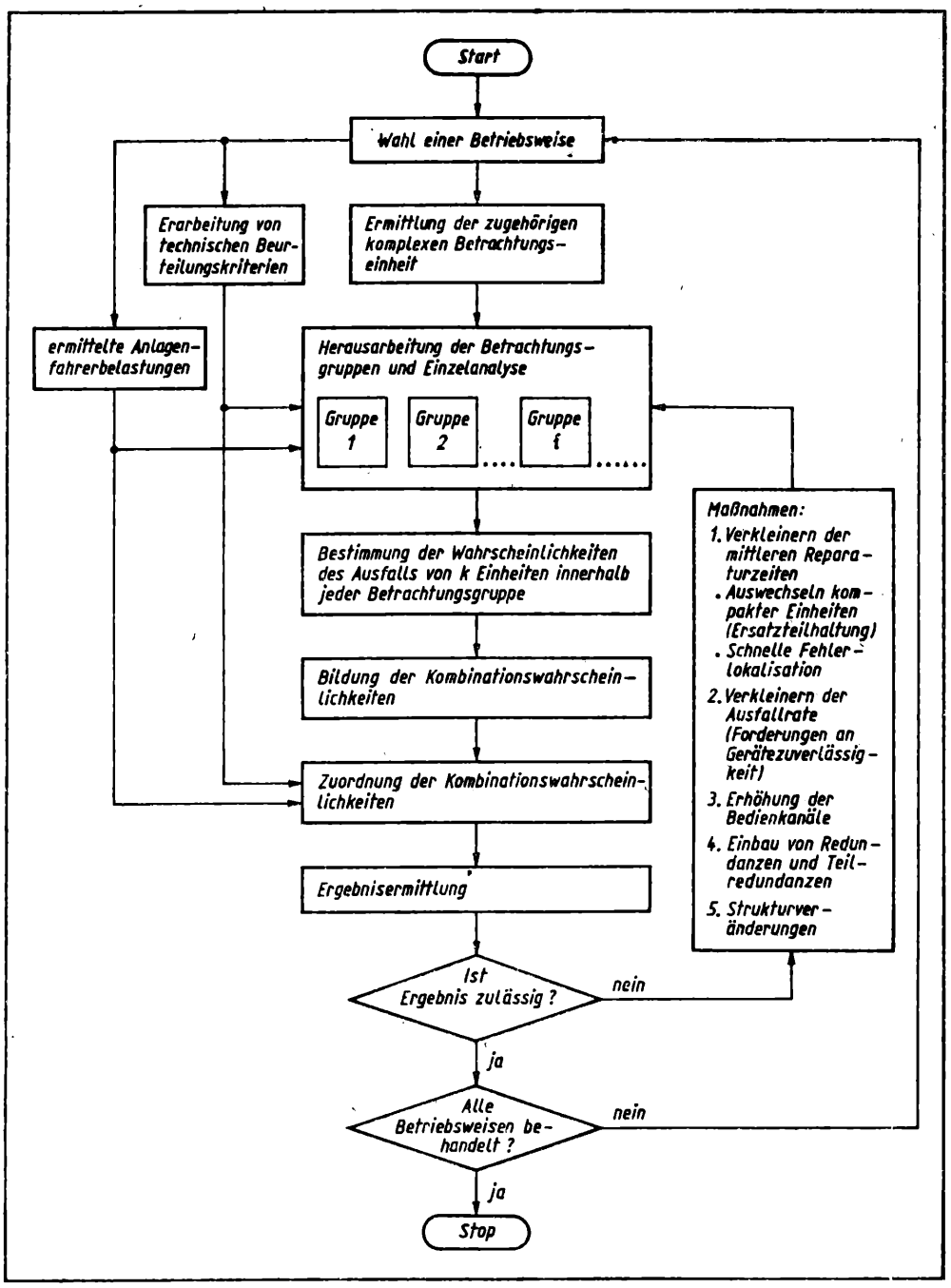
9. Überprüfung auf Zulässigkeit des Ergebnisses

   — Ist die Zuverlässigkeit nicht ausreichend, sind Maßnahmen zu ihrer Verbesserung vorzunehmen.
   Diese Maßnahmen können auch Veränderungen betreffs der herausgearbeiteten Betrachtungsgruppen zur Folge haben bzw. auch die Ergebnisse der Einzelanalyse beeinflussen.

   — Ist die Zuverlässigkeit ausreichend, so ist zu einer weiteren Betriebsweise überzugehen und das so lange, bis alle möglichen Betriebsweisen berücksichtigt worden sind.

Die herausgearbeiteten Abarbeitungsschritte sind im Bild 4 zusammengefaßt.
Es sei noch angemerkt, daß zu jeder Zeit nur eine Betriebsweise existent sein kann.

Bild 4. Ablaufplan zur Lösungserarbeitung



4. Beispiel

Als Beispiel für die praktische Vorgehensweise soll hier das vereinfachte Informationssystem eines Kraftwerksblockes angeführt werden. Die Struktur ist im Bild 5 dargestellt (Betrachtungseinheit).
Eine Reduzierung der Betrachtungseinheit ergibt sich durch Vernachlässigung:

— des Datenbusses (Redundanzausführung)
— des Informationsausfalls vor Ort (es stehen genügend Informationen laufend zur Verfügung)
   — der Bedientastaturen (robust und sofort austauschbar)
   — der Koppeleinheit zum Zentralrechner usw. (Verarbeitung von ökonomischen Daten).

Festlegung von Ausfallkriterien

Ein Systemausfall tritt ein,

1. wenn mehr als eine Basiseinheit ausgefallen ist
   (Es ist jede Meßstelle nur einmal aufgeschaltet und es gibt von einer Basiseinheit zur anderen keine Redundanz)
2. wenn die Bildschirme (BSG) 1 und 2 ausgefallen sind (Bildschirm 1 kann die wichtigsten Informationen aus dem Wasser-Dampf-Kreislauf wiedergeben und umgekehrt)
3. wenn die Bildschirme 3 und 4 ausgefallen sind (Bildschirm 3 kann die wichtigsten Informationen aus dem Turbine-Generator-Satz übernehmen und umgekehrt)
4. wenn das Hauptrechnersystem ausgefallen ist, denn hier werden die wichtigsten Blockinformationen dargeboten
5. wenn vom DSS-Block beide DSS-Kassetten ausgefallen sind
6. wenn die SDS oder auch das zu ihr gehörende Kassettenmagnetbandgerät ausgefallen ist
   Beide werden benötigt, um nach Ausfall einer BSE diese wieder in einen arbeitsfähigen Zustand zu bringen.

(Anmerkung zu 2. und 3.: Jedes Bildschirmgerät funktioniert nur mit dem fest zugeordneten Pultsteuerrechner).
Die Tafeln 1 und 2 zeigen die Berechnungsgrundlagen für 2

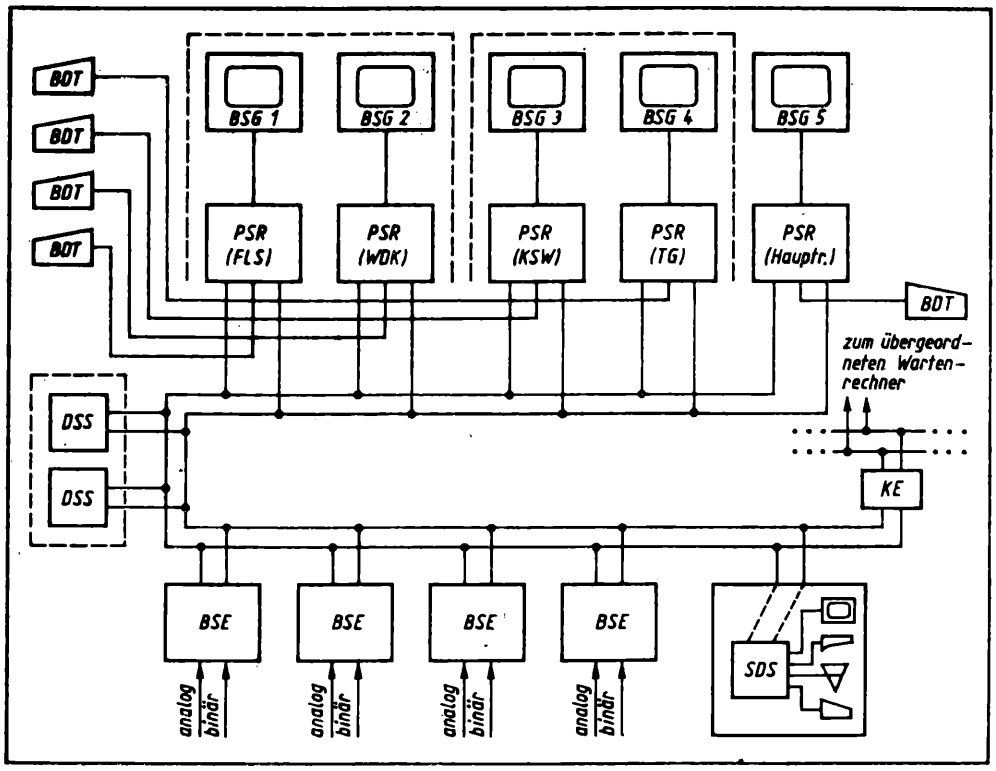


Bild 5. Struktur des Informationssystems

(siehe [2])

FLS Feuerluftsystem, *WDK* Wasser-Dampf-Kreislauf; *KSW* Kesselspeisewasser; *TG* Turbinen-Generator-Satz; *BSG* Bildschirmgerät; *BDT* Bedientastatur; *PSR* Pultsteuerrechner; *BSE* Baueinheit; *DSS* Datensteuerstation; *SDS* Servicediagnosestation; ▽ Speicher

Betrachtungsgruppen (4 Basiseinheiten; 2 Pultsteuerrechner mit jeweils 2 zugeordneten Bildschirmgeräten).

Die vorgenommene Auswahl der Betrachtungsgruppen kommt in der Gleichung

$$(c_0 + c_1)\,(b_0 + b_1)\,(h_0 + h_1)\,(a_0 + a_1 + a_2)\,(f_0 + f_1) \times$$
$$\times\,(g_0 + g_1)\,(e_0 + e_1 + e_2)\,(d_0 + d_1 + d_2) = 1$$

Tafel 1. Berechnung der P_k für 4 Basiseinheiten (BSE)

k	$\frac{m!}{k!(m-k)!}$	$\frac{m!}{n^{k-n}n!(m-k)!}$	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k$	$\frac{P_k}{P_0}$	P_k	
0	1		1	1	$P_0 = a_0$	
1	4		$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^1$	$\frac{P_1}{P_0}$	$P_1 = a_1$	
2	6	6	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^2$	$\frac{P_2}{P_0}$	P_2	$\Sigma = a_2$
3		6	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^3 \approx 0$	$\frac{P_3}{P_0} \approx 0$	P_3	
4		3	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^4 \approx 0$	$\frac{P_4}{P_0} \approx 0$	P_4	
			Σ	$1/P_0$	1	

Ausgangsdaten: Anzahl der Einheiten $m = 4$; Bedienkanäle (Anzahl) $n = 2$; $\lambda = 1/\Theta = \lambda_{BSE}$; mittlere Reparaturzeit $\gamma_m = 1/\nu$

Tafel 2. Berechnung der P_k für Pultsteuerrechner (PSR) mit je 2 zugeordneten Bildschirmgeräten (BSG)

k	$\frac{m!}{k!(m-k)!}$	$\frac{m!}{n^{k-n}n!(m-k)!}$	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k$	$\frac{P_k}{P_0}$	P_k
0	1		1	1	$P_0 = d_0$
1	2	2	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^1$	$\frac{P_1}{P_0}$	$P_1 = d_1$
2		2	$\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^2$	$\frac{P_2}{P_0}$	$P_2 = d_2$
			Σ	$1/P_0$	1

Ausgangsdaten: Anzahl der Einheiten $m = 2$; Bedienkanäle (Anzahl) $n = 1$; $\lambda = 1/\Theta = \lambda_{PSR} + \lambda_{BSG}$; mittlere Reparaturzeit $\gamma_m = 1/\nu$

(Zuordnung der Wahrscheinlichkeiten: c_i DSS-Block; b_i Kassettenmagnetbandgerät; h_i Servicediagnosestation (SDS); a_i Basiseinheiten (BSE); f_i Pultsteuerrechner (PSR, Hauptrechner); g_i Bildschirmgerät (BSG, Hauptrechner); e_i, d_i je 2 PSR mit zugeordneten BSG)

zum Ausdruck, die alle Kombinationswahrscheinlichkeiten des Subsystems widergibt. Beim DSS-Block bestimmt die Lüfterkassette praktisch exakt das Ausfallverhalten (Zwischenrechnung).

Werden alle Kombinationswahrscheinlichkeiten fortgelassen, die mit Sicherheit die Bedeutung „Ausfall des Subsystems" haben, so ergibt sich die einfache Ungleichung

$$c_0 b_0 h_0 f_0 g_0 (a_0 + a_1)\,(e_0 + e_1)\,(d_0 + d_1) < 1\,.$$

Die Kombinationswahrscheinlichkeiten werden nun den Kriterien der Anlagenzustands- und Handlungsgruppen je einmal zugeordnet und quantitativ ausgewertet.

Schlußbemerkungen

Insgesamt und besonders am Beispiel fällt auf, daß der rechentechnische Aufwand verhältnismäßig gering ist. Nach einem Musterbeispiel erfolgte in [2] eine praktische Testung an einem Informationssystem einer audatec-Automatisierungsanlage. Es wurde so vorgegangen, daß einmal entsprechend der Leiterkartenbestückung, einschließlich Steckverbinder (SDS, PRS usw.), die Ausfallraten dieser Einheiten bestimmt wurden. Sie dienten als Eingangswerte für die Modelltestung. Die erzielten Ergebnisse waren überraschend real. Damit wurde die „2-Zustandsbetrachtung" überwunden und der Mensch als Anlagenfahrer einbezogen.

Literatur

[1] *Rosenberg, W. I.; Prochorow, A. I.:* Einführung in die Bedienungstheorie. Leipzig: BSB B. G. Teubner 1964.

[2] *Meyl, H.:* Ermittlung der Entwurfszuverlässigkeit des Informationssystems KW Thierbach Block 4. VEB EAB/ZFT, Abteilung KK1. Berlin 1985.

[3] *Bergmann, J.:* Untersuchungen zur manuellen Regeltätigkeit als Bestandteil der Kommunikation zwischen Mensch und automatischer technischer Anlage bei einfachen und verfeinerten Automatisierungsstrukturen. Dissertation A, TH Leipzig, 1981.

[4] *Bergmann, J.:* Untersuchungen zum Einfluß der anforderungsgerechten Gestaltung von Arbeitsaufgaben und Ausführungsbedingungen in Prozeßwarten auf die Projektierung der Automatisierungseinrichtungen verfahrenstechnischer Anlagen. Dissertation B, TH Leipzig, 1984.

[5] *Meyl, H.:* Ein Modell zur Ermittlung der Anlagenzuverlässigkeit großtechnischer Systeme für bestimmte Fahrstrategien. VEB EAB/ZFT, Abteilung KK1. Berlin 1985.

[6] TGL 26096/01 Zuverlässigkeit in der Technik/Begriffe. Januar 1978.

msr 8760

Fehlererkennung bei inkrementalen Positionsgebern

0. Einleitung

In der Meßtechnik werden zunehmend inkrementale Geber zur Erfassung von Drehwinkeln und geradlinigen Abständen eingesetzt. Als Beispiele seien hier die Meßsysteme IDL und IAL für geradlinige Bewegungen sowie IDW und IGR für Drehbewegungen genannt (Kombinat VEB Carl Zeiss JENA).
Ihr Wirkprinzip beruht darin, daß ein Rastermaßstab von einem Meßkopf fotoelektrisch abgetastet wird [1]. Bei einer Relativbewegung zwischen Maßstab und Meßkopf werden sinusförmige Spannungen erzeugt, die dann mit Komparatoren und Triggern in TTL-gerechte Impulse umgeformt werden. Durch die Bildung von zwei um 90° versetzten Signalen wird eine Erkennung der Bewegungsrichtung sowie eine Erhöhung der Auflösung ermöglicht. Eine Flankenauswertung bei den Impulsspuren A und B führt zu einer Vervierfachung der Impulsfrequenz und damit zu einer Vervierfachung der Auflösung des Meßsystems. Je nach Bewegungsrichtung werden Impulse TV (bei Vorwärtsbewegung) bzw. TR (bei Rückwärtsbewegung) erzeugt (Bild 1).
Die Formung der TTL-Impulse aus den Sinusschwingungen kann schon im Meßkopf vorgenommen werden (z. B. bei IGR) oder erst nach der Übertragungsstrecke vom Meßkopf zur weiterverarbeitenden Elektronik (z. B. bei IDL, IDW).
Die Zählung der Impulse ermöglicht eine Positionsbestimmung mit einer örtlichen Auflösung, die ein Viertel der Rasterkonstante des Maßstabes beträgt (im folgenden als Inkrement bezeichnet). Um dabei Fehler zu vermeiden, ist eine störungsfreie Funktion des Meßsystems und der Informationsverarbeitung notwendig. Treten Störungen auf, sollten diese möglichst sicher erkannt werden.
Folgende Störungsursachen sind hauptsächlich zu erwarten:

- Verschmutzung am Maßstab des inkrementalen Gebers
- unsichere Kontaktgabe an Steckverbindern der Übertragungsleitung zwischen Meßkopf und weiterverarbeitender Elektronik, dabei auch möglicher Ausfall der Versorgungsspannung des Meßkopfes
- Einkopplung von Störimpulsen in die Übertragungsleitung.

Eine weitgehende Erkennung dieser Störungen, unabhängig vom Typ des eingesetzten inkrementalen Gebers, ist nur durch eine Analyse des Signalverlaufes auf den Impulsspuren A und B möglich.
Im folgenden wird die Entwicklung einer entsprechenden elektronischen Auswerteschaltung vorgestellt.

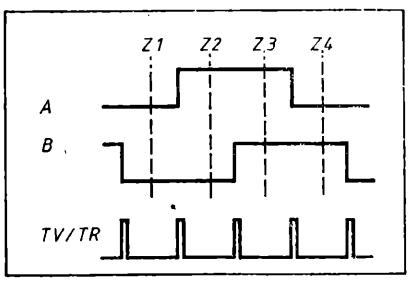


Bild 1. Impulsverlauf bei ungestörten Signalen vom inkrementalen Geber

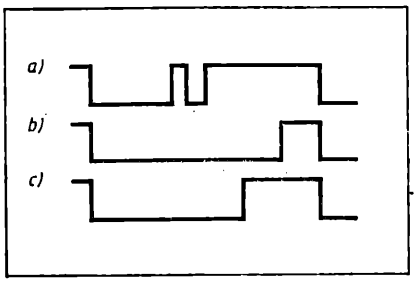


Bild 2. Auswirkungen von Störungen im Impulssignal auf Spur B

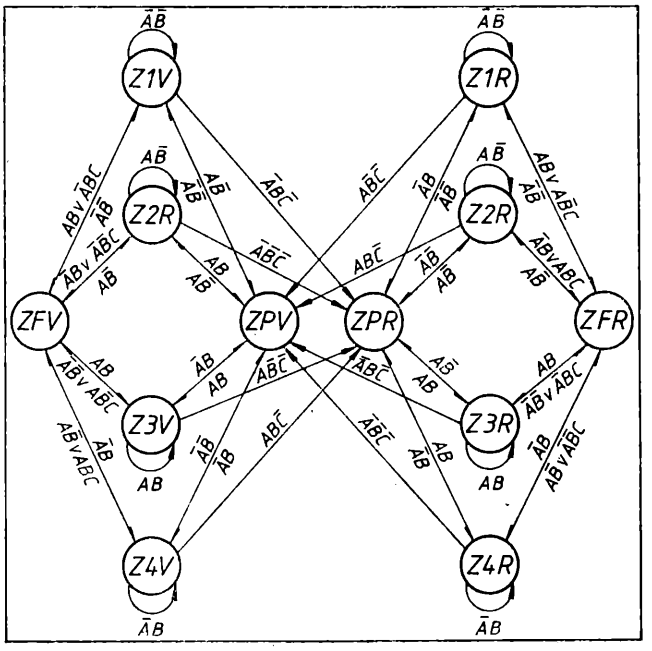


Bild 3. Zustandsgraph

1. Zustandsgraph zur Fehlererkennung

Es bestand folgende Aufgabe:

Störungen, die zu Fehlern in der Positionsbestimmung größer als ein Inkrement führen, sollen erkannt und signalisiert werden. Das soll für jeden Zeitpunkt gelten, also auch beliebige Zwischenpositionen dürfen nicht mit einem größeren Fehler behaftet sein. Die Funktion der Schaltung ist auch bei sehr hohen Impulsfrequenzen und bei beiden Bewegungsrichtungen zu gewährleisten. Außerdem ist dabei noch die Bildung der Impulse TV bzw. TR zu realisieren.
Es ist zu erwarten, daß sich die Mehrzahl der Störfälle nur in einer der Impulsspuren A oder B auswirkt.
Bild 2a zeigt beispielsweise einen Störimpuls in Spur B, Bild 2b und c zeigen kurzzeitige Signalausfälle in Spur B. Dabei bleibt der Fehler in Bild 2c kleiner als ein Inkrement, er braucht also nicht signalisiert zu werden.
Man kann folgendes erkennen: Eine Störung in einer Spur, resultierend in einem Fehler größer als ein Inkrement, äußert sich prinzipiell dadurch, daß in einer Spur zwei Pegelwechsel stattfinden, ohne daß sich der Pegel in der anderen Spur zwischendurch ändert.
Eine entsprechende Störungsauswirkung in beiden Spuren kann sich genauso äußern oder auch durch gleichzeitiges Ändern der Pegel beider Spuren. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, daß nach Beendigung der Störung die davor bestehenden Pegel wieder erreicht sind. In diesem speziellen Fall ist keine Fehlererkennung möglich.
Zum Entwurf der elektronischen Schaltung zur Fehlererkennung und Impulsbildung wird ein Zustandsgraph aufgestellt, der die einzelnen Zustandsübergänge sowohl bei normalem Signalablauf als auch bei Fehlerfällen enthält. Bild 3 zeigt den vollständigen

Tafel. Werte der Ausgangsgrößen in den einzelnen Zuständen

	ZPV	ZPR	ZFV	ZFR	restliche Zustände
TV	1	Ø	Ø	Ø	Ø
TR	Ø	1	Ø	Ø	Ø
F	Ø	Ø	1	1	Ø

Graphen, die Tafel die den Zuständen zugeordneten Ausgangsgrößen (F ist das Fehlersignal).

Die vier Grundzustände Z1 bis Z4 (siehe Bild 1), charakterisiert durch die aktuellen Pegel auf den Impulsspuren A und B, werden mit der Aufnahme der aktuellen Bewegungsrichtung als zusätzliche Zustandsgröße aufgespaltet. Es entstehen so die Zustände Z1V bis Z4V bei Vorwärtsbewegung und die Zustände Z1R bis Z4R bei Rückwärtsbewegung. Damit wird für die Mehrzahl von Fehlerfällen eine Erkennung erst möglich (zweimaliger Zustandswechsel in einer Spur). Ohne die Aufspaltung könnten lediglich die wenig wahrscheinlichen gleichzeitigen Zustandswechsel in beiden Spuren als Fehler erkannt werden.

Der Zustand ZFV wird erreicht, wenn bei Vorwärtsbewegung ein Fehler eintritt, ZFR entsprechend bei Rückwärtsbewegung. Die Zustände ZPV bzw. ZPR sind schließlich durch eine Impulsausgabe TV bzw. TR charakterisiert.

Die Kantenbedingungen des Graphen werden vom logischen Pegel der Impulsspuren A und B gebildet. Es ist bei einigen Kanten noch eine dritte Bedingung notwendig, hier mit C bezeichnet. Sie legt jeweils fest, ob ein Wechsel der Bewegungsrichtung zugelassen ist oder nicht. Bei Richtungswechsel ändert sich nämlich auch der logische Pegel in einer Spur zweimal hintereinander, ohne daß sich derjenige in der anderen Spur zwischendurch ändert. Bei $\bar{C}$ darf also in diesem Falle nicht auf Fehler erkannt werden, sondern es wird ein Impuls entsprechend der geänderten Bewegungsrichtung ausgegeben.

Die Fehlererkennung in ihrem vollen Umfang kann also nur in Zeitabschnitten erfolgen, wo ein Wechsel der Bewegungsrichtung ausgeschlossen ist.

2. Schaltungstechnische Realisierung des Zustandsgraphen

Zur schaltungstechnischen Umsetzung des Zustandsgraphen werden PROM und Zwischenspeicher verwendet [2]. Die Prinzipschaltung zeigt Bild 4.

Es sind vier Bit zur Kodierung der zwölf Zustände notwendig, resultierend in vier Adreßeingängen des PROM. Für die drei Eingangsgrößen (Kantenbedingungen A, B und C) werden drei Adreßeingänge benutzt, um zusätzliche Hardware zur Kodierung einzusparen. Der PROM ist so programmiert, daß mit den Datenbits DØ bis D3 der Zustand kodiert ist, der sich aus dem kodierten Vorzustand und den jeweiligen Eingangsgrößen ergibt (Zustandskodierung und Programmiertabelle sollen hier aus Platzgründen nicht dargestellt werden).

Die Verwendung der Speicher SP1 bis SP3 wird notwendig, um eine Ausgabe der Ausgangsgrößen nur zu Zeitpunkten zuzulassen, wo die Daten am Ausgang des PROM eingeschwungen sind. Die Werteübernahme in die Speicher SP1 bzw. SP2 muß zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen, damit garantiert wird, daß sich der aktuelle Zustand aus dem Vorzustand und den aktuellen Eingangsgrößen ergibt. Dazu wird SP2 mit der fallenden, SP1 mit der steigenden Flanke des Taktes vom Generator G getort.

Die Höhe der Taktfrequenz ist von der Durchschaltverzögerung des PROM begrenzt (bei schnellen TTL-PROM vom Typ MH 74S287 beispielsweise 65 ns). Eine halbe Taktperiode muß

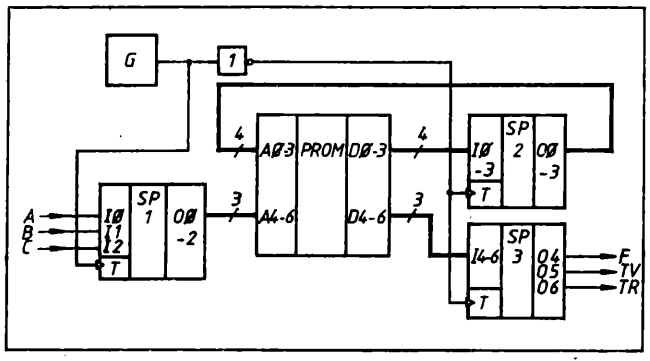


Bild 4. Schaltung zur Implementierung des Zustandsgraphen

länger als die Durchschaltverzögerung sein (bei Taktverhältnis 1:1). Die Impulsfrequenz TV bzw. TR wiederum darf nicht höher als die halbe Taktfrequenz werden, da zwischen zwei Zuständen mit Impulsausgabe mindestens einen Takt lang ein anderer Zustand eingenommen werden muß.

Liegt die Impulsfrequenz in der Nähe der halben Taktfrequenz, kann eine Abweichung in der Lage der Ausgangsimpulse bezüglich der Lage der Taktflanken der Impulsspuren A und B auftreten, die zu Fehlern bei der Positionserfassung bis zu einem halben Inkrement führt. Bei der Wahl der Taktfrequenz im MHz-Bereich ist allerdings ein genügend großer Frequenzabstand zur Impulsfrequenz gegeben, so daß dadurch nur sehr geringe Positionsabweichungen auftreten können.

Es läßt sich weiterhin erkennen: Treten Störungen auf, die so kurz sind, daß sie innerhalb einer Taktperiode des Generators liegen, werden diese nicht erfaßt, sondern unterdrückt.

Infolge der Taktung ergibt sich eine bestimmte Verweilzeit auch in den Zuständen ZPV bzw. ZPR, aus denen heraus keine Fehlererkennung möglich ist. Mit einer genügend hohen Taktfrequenz ist diese Zeit aber sehr kurz gegenüber der in anderen Zuständen, so daß das Auftreten eines Fehlers entsprechend wenig wahrscheinlich ist.

Wenn auch hier Fehler erkannt werden sollen, müßte der Zustandsgraph erweitert werden. Die Zustände ZPV bzw. ZPR erhielten als zusätzliche Zustandsgröße den Vorzustand, so daß ZPV1 bis ZPV4 bzw. ZPR1 bis ZPR4 entstehen würden. Da der Graph jetzt 18 Zustände enthielte, wären 5 Bit zur Zustandskodierung erforderlich. Es ist weiterhin möglich, die Schaltung mit zwei PROM MH 74S287 aufzubauen, lediglich ein Speicher für ein Bit ist zusätzlich erforderlich.

Zusammenfassung

Eine einfache Schaltung, die aus einem Zustandsgraphen entwickelt wurde, ermöglicht eine weitgehende Überwachung der fehlerfreien Arbeit von inkrementalen Positionsgebern während ihres normalen Meßbetriebes. Auftretende Fehlermeldungen signalisieren die Notwendigkeit, durch genauere Inspektion des Gebers und der Signalübertragung die Störungsursachen (Verschmutzung, unsichere Steckkontakte, externe Störungen) zu beseitigen.

Literatur

[1] *Ketting, M.; Pietzsch, Ch.:* Wegmeßsysteme an Industrierobotern. Band 220 der R eihe AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Berlin: VEB Verlag Technik 1986.

[2] *Schönfeld, R.:* Grundlagen der automatischen Steuerung. Berlin: VEB Verlag Technik 1984.

msr 874 3 Dr.-Ing. *W. Winkler*, Kombinat VEB Carl Zeiss JENA, Forschungszentrum, FE-Stelle Dresden

Zu Ihrer Information!

Im VEB Verlag Technik Berlin erscheinen neben der „msr" folgende Fachzeitschriften der Elektrotechnik/Elektronik und angrenzender Gebiete:

Nachrichtentechnik/Elektronik; Elektrie; radio-fernsehen-elektronik; Elektropraktiker und Mikroprozessortechnik.

Bitte nutzen Sie auch diese Informationsquellen.

RGW-Wörterbuch der Begriffe für Automatisierte Systeme zur Steuerung Technologischer Prozesse (ASU TP) — Ausgabe 1987

Im Zeitraum von 1984 bis 1986 wurde im Auftrag der mehrseitigen Regierungskommission für die Zusammenarbeit sozialistischer Länder auf dem Gebiet der Rechentechnik innerhalb der Zentralen Arbeitsgruppe ASU TP von Spezialisten der UdSSR (Autor), DDR (Koautor), VR Bulgarien, Ungarischen VR, Republik Kuba, VR Polen, SR Rumänien und ČSSR die zweite, erweiterte Ausgabe des RGW-Wörterbuches der Begriffe für Automatisierte Systeme zur Steuerung Technologischer Prozesse (ASU TP) erarbeitet und abgestimmt. 1985 wurde sie in Havanna vom Rat für die Anwendung rechentechnischer Mittel bestätigt. In der DDR wurde die Bearbeitung im Zentrum für Forschung und Technologie des EAB des Kombinats Automatisierungsanlagenbau (KAAB) unter Mitwirkung verschiedener Kombinate, Betriebe und Institutionen (u. a. KEAW, Robotron, GRW Teltow, Numerik Karl-Marx-Stadt, TH Leipzig, TU Dresden) durchgeführt. Die Abstimmungsergebnisse wurden in der DDR in die VEM-Projektierungsvorschrift PV-Ordnungs-Nr. 6.29/3.87 [1] in Ablösung der 1. Ausgabe vom Januar 1985 eingearbeitet. Sie kann beim ZFT des VEB Elektroprojekt und Anlagenbau Berlin (Abt. ZFT-VA) bezogen werden und ist in der DDR seit dem 1. August 1987 und in den anderen RGW-Ländern ebenfalls seit 1987 verbindlich. Das Wörterbuch besteht aus dem *interpretierenden Teil* mit über 300 Begriffen sowie deren Definitionen und einer neunsprachigen *Wortschatzsammlung* (einschließlich Englisch). Die enthaltenen Gruppen von Begriffen und Definitionen sind in der Tafel zusammengestellt.

Die 1. Ausgabe des Wörterbuchs wurde seit 1985 bei der praktischen Realisierung von ASU TP, bei Export- und Importverträgen, Projektdokumentationen, Fertigung und Abnahmen konkreter Objekte, z. B. der chemischen Industrie, bei Walz- und Kraftwerken, im RGW-Maßstab erfolgreich angewendet. Um diese internationale Zusammenarbeit und die Erfahrungen der RGW-Länder noch intensiver zu nutzen sowie auf neueste Techniken auszurichten und auch auf andere Bereiche der ökonomischen und rationellen Vorbereitung und Fertigung kompletter Automatisierungsanlagen im RGW-Maßstab zu erweitern, beschloß die ZAG ASU TP, die Bearbeitung und Abstimmung der 3. Ausgabe des Wörterbuchs in den Jahren 1987 bis 1989 durchzuführen. In diese Fassung sollen folgende Bereiche von Begriffen zu ASU TP zusätzlich aufgenommen bzw. deren Aufnahme überprüft werden: Stadien und Etappen der Realisierung (Überprüfung), Projektdokumentation (Überprüfung), eingesetzte Mikroprozessortechnik, verteilte und dezentralisierte ASU TP, Robotertechnik, flexible Produktionssysteme (CAD/CAM/CIM), Systeme SAPR-ASU TP.

Literatur

[1] *Kloust, H.:* VEM-P. V. Ordnungs-Nr. 6.29/3.87. RGW-Wörterbuch der Begriffe für Automatisierte Systeme zur Steuerung technologischer Prozesse (ASU TP). 2. Ausgabe März 1987.
[2] RS 1376—74 Geräte und Mittel der Automatisierung; Industrielle Automation; Termini und Definitionen.
[3] TGL 14591 Automatische Steuerung; Begriffe, Kurzzeichen. Ausgabe Januar 1978.
[4] VEM-P. V. Ordnungs-Nr. 6.9/6.79: Automatisierte Systeme zur Steuerung technologischer Prozesse (ASU TP) Teil 1: Allgemeine Begriffe. Ausgabe Juni 1979.
[5] *Kloust, H.:* Standards der UdSSR zur Bestimmung und Realisierung automatisierter Systeme zur Steuerung technologischer Prozesse (ASU TP). msr, Berlin 22 (1979) 8, S. 426—429.
[6] *Kloust, H.:* Einheitliche Begriffe zu den automatisierten Steuerungssystemen technologischer Prozesse (ASU TP). msr, Berlin 22 (1979) 9, S. 588 bis 591.
[7] ST RGW 292 Zuverlässigkeit in der Technik; Grundbegriffe. Ausgabe Juni 1976 und Entwurf 1986.
[8] VEM-P. V. Ordnungs-Nr. 6.9/2.80; Automatisierte Systeme zur Steuerung technologischer Prozesse (ASU TP), Teil 3: Wörterbuch russischer und deutscher Begriffe zur Zuverlässigkeit. Ausgabe Februar 1980.
[9] *Kloust, H.:* Abstimmung neuer Anwendungsvorschriften zu den automatisierten Systemen zur Steuerung technologischer Prozesse (ASU TP) mit der UdSSR. msr, Berlin 23 (1980) 7, S. 380—384.
[10] NM MRK für RT 59—82 Rechenmaschinen und Datenverarbeitungssysteme; Technische Mittel; Komplexe und Rechenanlagen; Umfang der Betriebsdokumente. Ausgabe März 1983.
[11] NM MRK für RT 017-78 System der Kleinrechner; Technische Mittel; Terminologie. Ausgabe September 1979.
[12] TGL 32991/02 Automatisierungsanlagen; Termini und Definitionen. Ausgabe Juni 1985.
[13] TGL 22500/01 Meß-, Steuer- und Regelungstechnik; System ursamat; Begriffe; Ausgabe Januar 1983.
[14] NM MRK für RT 02. —82 und 83 Rechenmaschinen und Datenverarbeitungssysteme; . . .; Termini. Ausgaben 1982 bis 1983.
[15] NM MRK für RT 27—80 System der Kleinrechner; Anwendungssysteme (Komplexe). Allgemeine technische Forderungen.

msr 8696 Ing. Ing. *H. Kloust*, DDR-Themenleiter des o. g. RGW-Wörterbuches und Koordinierungsbeauftragter zu ESS ASU TP im ZFT des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau Berlin

Tafel. Begriffsgruppen des RGW-Wörterbuchs

- System (Struktur, Arten von Systemen und Prozessen), Steuerung allgemein (Steuerstrecke, -ziel, Arten der Größen im Steuerungssystem), Arten realisierbarer Steuerungen (Programm-, Handsteuerung, adaptive und automatische Steuerung), Arten steuerbarer Prozesse (Stückgut-, Chargenprozeß, An- und Abfahren), deren Inhalt nach den geltenden Vorschriften RS 1376-74 [2] und TGL 14591 [3] in präzisierter Form ausgelegt ist
- automatisierte Steuerungssysteme (ASÜ, ASU P, ASU TP, IASU ATK, SAU) gemäß den Festlegungen der TGL-GOST-Abstimmungen, die auch teilweise in der PV-Ordnungs-Nr. 6.9./6.79, Teil 1 [4] festgelegt und in [5] beschrieben wurden
- Aufbau, Hauptbestandteile (automatisierungstechnische Ausrüstung, Programme, Vorschriften und Bedienungspersonal), notwendige Strukturen (funktionelle, technische und Organisationsstruktur) für ASU TP
  Dieser Bereich ist ebenfalls in [4] festgelegt und in [6] beschrieben.
- Effektivität (Kenngrößen), Zuverlässigkeit (Lebensdauer, Verfügbarkeit, Instandhaltung, Ausfallkriterien und Redundanz) von ASU TP
  Als Quellenangaben für die Ausarbeitung dieser Begriffe können ST RGW 292 [7], PV-Ordnungs-Nr. 6.9./2.80., Teil 3 [8] und [9] genannt werden.
- Hauptbeteiligte bei der Realisierung und dem Betrieb von ASU TP, Arten der für ASU TP notwendigen Dokumentationen
  Zu diesen Bereichen konnten bisher lediglich erste Primärbegriffe aufgenommen werden, da deren Detaillierung durch unterschiedliche gesetzliche Regelungen in den einzelnen RGW-Ländern bisher noch nicht möglich war. Sie werden jedoch als Grundlage für weitere Arbeiten bei der geplanten Erweiterung dienen können [10].
- technische Ausrüstung von ASU TP (allgemein)
  Hierzu gehören die aus dem NM MRK für RT 17—78 [11] abgeleiteten und präzisierten Begriffsgruppen Anlagenkomplex, Rechnersystem, periphere Ausrüstungen.
- technische Ausrüstungen von ASU TP, wie Warten- und Dispatcherausrüstungen, Geräte und Einrichtungen, die in der DDR in TGL 32991/02 [12] bzw. TGL 22500/01 [13] definiert sind
- Rechentechnik (allgemein; EDV-Anlage Rechnernetz, Rechnersysteme), Netzarten auf der Grundlage von NM MRK für RT 6.2.-82 und 83 [14]
- Einrichtungen der Rechentechnik (Digital-, Mikro-, Kleinrechner), spezielle Einrichtungen (Speicher, Register, Eingabe- und Ausgabeeinrichtungen, PEA, Datenpunkt, Bus, Interface u. a.), weiterentwickelt nach [11] und [14]
- technische Parameter rechentechnischer Mittel (Leistungsfähigkeit, Zeiten, Geschwindigkeit, Kapazität), in Abstimmung mit [11] und [14]
- algorithmischer und Programmteil der Software von ASU TP (Algorithmen, System-, Anwenderprogrammpaket) (siehe auch [6])
- Programmarten (Objekt-, Quellen-, Arbeits-, Dienst-, Testprogramm) und deren Dokumentationen (Vorschriften, Anleitungen) auf der Grundlage von NM MRK für RT 27.-80 [15] und [10]
- Informations-, Datenorganisation und deren Bestandteile (Arten von Daten, Informationen, Signalen) [14]
- Betriebsarten, Betriebsführung von ASU TP
  Hierzu gehören automatisierter und automatischer Betrieb, Hand-, Dialog- und interaktiver Betrieb, operative sowie Nah-/Fernsteuerung.
- Funktionen für ASU TP und deren Komponenten (Steuerungs-, Informations- und Hilfsfunktionen, Arten von Steuerungen, die nach der Art der auszuführenden Funktionen benannt werden)
- Projektierung und Typisierung von ASU TP.

Arbeitstagung des Subkomitees SC 65 A der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)

Am 17. Juli 87 fand im Rahmen der 51. Generalversammlung der IEC in Prag eine Tagung des Subkomitees SC 65A, „Systembetrachtungen", statt, 33 Delegierte aus 17 Ländern nahmen teil. Die Arbeitsgruppen

WG 4 Interface-Eigenschaften, Signale
WG 6 Programmierbare Steuerungssysteme
WG 8 Bewertung von Systemeigenschaften

informierten die Delegierten über den Fortschritt der von ihnen zu erarbeitenden Standardentwürfe.

WG 4:

Das Material 65A(C.O.)16, „Binäre Gleichspannungssignale für Prozeß-meß- und Steuersysteme" wurde im Juli 1986 zur Abstimmung gebracht und zur Veröffentlichung bestätigt.
Weiterhin wurde der auf der letzten Tagung des SC 65A im Mai 1985 in Montreal geäußerte Vorschlag geprüft, sich mit der Standardisierung von Stromversorgungen zu befassen. Seitens der Mitgliedsländer besteht jedoch wenig Interesse an einer zusätzlichen Standardisierung von Stromversorgungen. Die Publikation IEC 654-2 und die Arbeiten der TC 57 und TC 22 werden für ausreichend gehalten.
Die WG 4 erarbeitet damit vorerst keine weiteren Standardentwürfe.

WG 6:

Schwerpunkt der Arbeitsberatung waren die vorliegenden Ergebnisse der WG 6, „Programmierbare Steuerungssysteme für diskontinuierliche industrielle Prozesse".
5 Teile eines geplanten 6teiligen Standards „Programmierbare Steuerungen" mit 344 Seiten Umfang haben einen weit fortgeschrittenen Arbeitsstand erreicht.
Es handelt sich um die Teile:

1 General Information 65A (Secretariat) 65
2 Functional Characteristics 65A (Secretariat) 66
3 Programming Languages 65A (Secretariat) 67, I, II und III
4 Equipment Requirements 65A (Secretariat) 68
5 Tests and Verifications 65A (Secretariat) 69

Der Teil 6, „User Guidelines", befindet sich noch in Arbeit. Die IEEE hat Interesse für eine aktive Mitarbeit an diesem Teil bekundet.
Es wurde ein Vorschlag diskutiert, die bisher erarbeiteten 5 Teile zu zwei Teilen zusammenzufassen: Geräteanforderungen und Programmiersprachen. Als Ergebnis der Diskussion wurde WG 6 beauftragt, die jetzigen Teile 1 und 2 zu einem Teil I, „General Information", zusammenzufassen, der zur Vorlage nach der 6-Monate-Regel bestätigt wurde. Teile II (Hardware) und III (Software) waren bis Ende 1987 als neue Sekretariatsmaterialien vorzulegen mit dem Ziel, sie 1988 als C. O.-Dokumente zur Abstimmung zu bringen. Als Teil IV werden die „User Guidelines" folgen. Damit hat die Standardisierung programmierbarer Steuerungen einen beachtlichen Arbeitsstand erreicht. Die Standardentwürfe werden unter Leitung des Kombinates VEB Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow „Friedrich Ebert" in der Ständigen Nationalen Arbeitsgruppe (SNAG) TC 65 diskutiert. Interessenten für eine Mitarbeit wenden sich bitte an die Zentralstelle für Standardisierung des KEAW, Herzbergstraße 105, Berlin, 1130.

WG 8:

Langfristiges Ziel der Arbeit dieser Arbeitsgruppe ist ein 8teiliger Standard zur Bewertung von Systemeigenschaften.
Teil 1, „General considerations and methodology" 65A (Secretariat) 64, sowie die vorgeschlagenen künftigen Arbeiten wurden bestätigt. Demnach sollen weiterhin folgende Teile erarbeitet werden:

2 Assessment Methodology
3 Assessment of System Functionality
4 Assessment of System Performance
5 Assessment of System Dependability
6 Assessment of System Operability
7 Assessment of System Safety
8 Assessment of System Support.

Künftige Arbeiten

WG 6 schlug dem SC 65A vor, einen 7. Teil des Standards „Programmierbare Steuerungen" in Angriff zu nehmen, zur Thematik „Kommunikation mit bzw. zwischen Programmierbaren Steuerungen" (Manufacturing Message Service, MMS). Um Überschneidungen zu anderen bestehenden bzw. in Arbeit befindlichen Standards zu vermeiden (z. B. „PROWAY" der IEC, ISO/DP 9506 „MMS for bidirectional transfer of digitally encoded information") wurde als Kompromißvorschlag beschlossen, eine spezielle Arbeitsgruppe zu bilden, die innerhalb eines Jahres die Zusammenhänge untersucht und den Nationalkomitees sowie dem SC 65A dazu schriftlich Bericht erstattet.
Weiterhin wurde dem Plenum die Bildung einer neuen Arbeitsgruppe vorgeschlagen, mit der vorläufigen Arbeitsrichtung „Einschätzkriterien für programmierbare elektronische Systeme die, Sicherheitsfunktionen haben". Sie soll mit den bestehenden Arbeitsgruppen WG 6, WG 8 und WG 9 eng zusammenarbeiten. Die Subkomitees SC 65B und SC 65C führten im Jahr 1987 keine Arbeitstagungen durch.
Die nächsten Beratungen des TC 65 mit seinen Subkomitees sind für Oktober 1988 in Stockholm vorgesehen.

msr 8790 *U. Bahrs*

12. Leipziger Automatisierungskolloquium „Automatisierung im Bauwesen"

In der traditionellen Reihe der Leipziger Automatisierungskolloquien wurde am 30. September 1987 erstmalig eine recht breite Palette bauspezifischer Anwendungsaspekte der Automatisierung behandelt.
Neben den bisherigen Veranstaltern dieser Reihe (KDT Bezirksvorstand Leipzig, Technische Hochschule Leipzig, Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma, Geräte- und Reglerwerk Leipzig und Institut für Energetik Leipzig) beteiligte sich als Mitgestalter und Träger der Veranstaltung die Bauakademie (BA) der DDR mit ihrem Institut für Technologie und Mechanisierung (ITM). Das Kolloquium diente dem Ziel, Möglichkeiten der Mikrorechentechnik, der Meßtechnik und der Automatisierungsgerätetechnik für die Unterstützung des Ingenieurs im Bauwesen anhand praktischer Anwendungsfälle, in Form aufbereiteter Software sowie ausgewählter Konzeptionen für Meß- und Automatisierungsmittel zu diskutieren. Dazu standen folgende Vorträge auf dem Programm:

1. *Kohl*/BA der DDR, Institut für Technologie und Automatisierung Berlin: Erfahrungen bei der Automatisierung von technologischen Linien in der Vorfertigung sowie Forschungsrichtungen für CIM im Bauwesen
2. *Balzer*; *Schwarz*/THL: Verbindung zwischen Informatik und Automatik im Bauwesen
3. *Dettmann*/BA der DDR, ITM Berlin: Hauptrichtungen für die F/E-Arbeit auf dem Gebiet CAD/CAM im Bauwesen

4. *Böhme*; *Böringer*/THL: Einsatz von Expertensystemen für die Steuerung bautechnologischer Prozesse — ein Fallbeispiel im Wohnungsbau
5. *Apel*/BA der DDR, ITM Berlin: Einsatz der Lasermeßtechnik zur Steuerung von Baumaschinen
6. *Siemsen*/BA der DDR, ITM Berlin: Prozeßleittechnik für technologische Linien in der Betonteilefertigung
7. *Kriesel*; *Gibas*/THL: Prozeßnahe Informationsübertragung mit Netzstruktur für künftige Systeme der Klein-, Mittel- und Großautomatisierung im Bauwesen.

Den Auftakt zur Veranstaltung gab der Rektor der TH Leipzig, Prof. Dr. sc. techn. *Altner*, mit einer in herzlichen Worten gehaltenen Laudatio zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. *Schüttauf*, Vizepräsident der Bauakademie der DDR und Direktor des Institutes für Technologie und Mechanisierung.

Im Mittelpunkt des ersten Vortrages stand die Vorstellung von Automatisierungslösungen für Vorfertigungsbereiche des Wohnungsbaus. Es wurden praktische Ansätze zur Realisierung durchgängiger CIM-Lösungen behandelt. In den Darlegungen wurden eigene Erfahrungen aus einem Pilotprojekt im Plattenwerk Neubrandenburg dargelegt und dadurch die Hauptaussagen maßgeblich gestützt.

Der zweite Vortrag beschäftigte sich mit den vielfältigen Problemkreisen des computerintegrierten Bauens als Schnittpunkt zwischen Informatik und Automatik. Die Notwendigkeit interdisziplinärer Anstrengungen wurde hierbei sehr deutlich. Vortrag 3 zeigte, wie mit dem Aufbau einer umfangreichen Stammdatendatei die Grundlagen geschaffen werden, nicht nur für eine rechnergestützte Projektierung, sondern auch für CAM-Lösungen des Bauwesens.

Im vierten Vortrag wurde am praktischen Beispiel der Steuerung einer Sanitärraumzellenfertigung und des Ausbauprozesses beim Wohnungsneubau das Einsatzfeld von Expertensystemen erläutert. Hierbei handelt es sich um ein relativ anspruchsvolles Steuerproblem, da die unterschiedlichen Sanitärraumzellen gleichzeitig auch als Transportcontainer für die Ausbaugewerbe genutzt werden und damit auf die jeweilige Wohnungsvariante speziell zugeschnitten sind.

Im Vortrag 5 wurden auf der Grundlage von nahezu 20jähriger Erfahrung praktische Einsatzfälle der Lasermeßtechnik im Bauwesen dargelegt. Insbesondere wurden auch neueste Ergebnisse lasergesteuerter mobiler Bautechnik (Planierraupe, Bagger u. a.) vorgestellt.

Ausgehend von Tendenzen moderner Prozeßleittechnik mit dezentralen Mikrorechnern befaßte sich Vortrag 6 besonders mit dem Einsatz lokaler Netze (LOTUNET) für den Rechnerverbund als Bestandteil zukünftiger CIM-Lösungen. Hieran knüpfte der Vortrag 7 an und stellte ein neuartiges, mehrstufig aufgebautes Buskonzept (Feldbusnetz) für den objektnahen Bereich vor. Damit können Grundforderungen wie Echtzeitfähigkeit, Fehlertoleranz, flächendeckende Topologie und der optimale Einsatz von Lichtwellenleitern durch eine ringförmige Grundstruktur erfüllt werden. Weiterhin wurden die einfache Vernetzungsfähigkeit für größere Systeme sowie ökonomisch besonders günstige Varianten als Zubringerlösungen für Binärsignale vorgestellt.

Zusammenfassend kann diese sehr gut besuchte Veranstaltung als gelungener Auftakt für einen weiter zu intensivierenden interdisziplinären Erfahrungsaustausch zu bauwesenspezifischen Problemen der Automatisierung gewertet werden.

msr 8805 *W. Kriesel, P. Gibas*

Stand und Entwicklung der Simulation—ECS '87

Vom 21. bis 25. September 1987 fand in Prag der Europäische Kongreß zur Simulation (European Congress on Simulation, Prague 1987) statt, organisiert von der Akademie der Wissenschaften der ČSSR (Institut für Informationstheorie und Automatik und Institut für Computerwissenschaften) im Zusammenwirken mit der International Association for Mathematics and Computers in Simulation (IMACS) sowie der Karls-Universität Prag, der Tschechoslowakischen Gesellschaft für Wissenschaft und Technik und der Tschechoslowakischen Kybernetik-Gesellschaft.

Von den knapp 300 Teilnehmern kamen 130 aus 21 Ländern (darunter 95 aus dem SW und 35 aus dem NSW).

Der Prager Kulturpalast gab dieser Veranstaltung gute Arbeitsbedingungen (allerdings wurden im Unterschied zu ähnlichen Konferenzen keine Vorführungen am Computer ermöglicht — Simulation ohne Computervorführung!), deren Ziele vom Veranstalter im Vorwort des Tagungsmaterials folgendermaßen umrissen wurden:

„Schwerpunkte sind mathematische Modellierung, numerische Mathematik und Approximationstheorie, Hard- und Software für wissenschaftliche Berechnungen und Anwendung der Methoden der Simulation in Wissenschaft und Ingenieurwesen".

Entsprechend der genannten Zielstellung wurde den Teilnehmern ein äußerst vielfältiges, buntes und teilweise heterogenes Bild zum Stand der Entwicklung von Theorie und Anwendung der Simulation im weitesten Sinne geboten. Bereits die Plenarvorträge waren eine bunte Mischung aus allgemeinen Übersichtsvorträgen: zu Fragen der Weiterentwicklung der Methodologie (*I. T. Ören*, Kanada) sowie zu Möglichkeiten der mathematischen Optimierungstheorie (*I. Troch*, Österreich) und Spezialproblemen: zur mathematischen Modellierung in der Geophysik (*A. G. Ramm*, USA), zur Abbildung von Instabilitäten und Chaos (*E. Mosekilde*, Dänemark) sowie zum Einsatz der Rechentechnik in den Biowissenschaften (*S. Neuschl*, ČSSR). Schließlich stellte *A. Sydow*, DDR die im Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse der AdW der DDR entwickelte Software und vorhandene Erfahrungen bei der rechnergestützten Systemanalyse vor.

Dieser heterogene Eindruck wurde durch die in das Tagungsprogramm aufgenommenen 186 Vorträge (von denen etwa 20% nicht gehalten wurden) noch verstärkt. Die meisten Vorträge sind in zwei Sammelbänden (Verlag Academia Prag 1987) sowie einem Mikrofiche enthalten, die als Tagungsmaterialien allen Teilnehmern überreicht wurden. Auf der Konferenz fanden sich diese Beiträge in die folgenden Sektionen eingeordnet wieder:

— Methodologie der Simulation (18 Beiträge)
— künstliche Intelligenz und Simulation (9 Beiträge)
— Simulation diskreter Systeme (6 Beiträge)
— Simulation kontinuierlicher Systeme (7 Beiträge)
— Mensch-Maschine-Kommunikation und Robotertechnik (4 Beiträge)
— Simulationssprachen und objektorientierte Programmierung (17 Beiträge)
— Hardware zur Simulation (8 Beiträge)
— Simulation von technischen Systemen (19 Beiträge)
— Simulation in der Geophysik (14 Beiträge)
— Simulation in der Chemie (8 Beiträge)
— Simulation in den Biowissenschaften (17 Beiträge)
— Simulation von sozialen und ökonomischen Systemen (18 Beiträge)
— Simulation in Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie (7 Beiträge)
— Simulation von Energieressourcen (12 Beiträge)
— Simulation von Umweltprozessen (9 Beiträge)
— Simulation in Steuerung und Elektronik (13 Beiträge).

Damit waren lediglich ein Drittel der Beiträge allgemeinen Problemen der Methodologie, der Simulation diskreter und kontinuierlicher bzw. kombinierter Systeme, den Simulationssprachen, der Einbeziehung der künstlichen Intelligenz in die Simulation und den Hardwareproblemen gewidmet, während sich der überwiegende Teil der Beiträge mit konkreten Anwendungen in verschiedenen Gegenstandsbereichen beschäftigte, die wiederum in sich weit gefächert sind (z. B. Technik, Ökonomie). Die zur Verfügung stehende

Redezeit (15 Minuten) sowie der eingeräumte Platz zur Veröffentlichung (etwa 4 Seiten) forderten von den Autoren erhebliches methodisch-didaktisches Geschick, um neben den fachspezifischen, für die Mehrzahl der Teilnehmer wenig verständlichen Anwendungsproblemen das Verallgemeinerungsfähige, alle „Simulanten" Interessierende und Gemeinsame abzuheben. Da das nur wenigen Autoren gelang, bleibt der wissenschaftliche Eindruck von dieser Konferenz zwiespältig.

Mit der stürmischen Entwicklung der Informationstechnologie erhält natürlich die Simulation zunehmende Bedeutung. Das unterstreicht die Relevanz einer derartigen Konferenz und das wird durch die breite Palette der Anwendungen widergespiegelt. Es ist nicht Anliegen dieser Übersicht, auf alle 176 Beiträge im einzelnen einzugehen. Sie sind auch für den einzelnen Tagungsteilnehmer kaum überschaubar. Folgende allgemeine Aussagen können jedoch aus dieser Konferenz gewonnen werden (das bestätigte teilweise auch eine Diskussionsveranstaltung zu „Perspektiven von Modellierung und Simulation"):

1. Eine Vielzahl der Beiträge läßt eine Weiterentwicklung der Methodologie der Simulation, der Methoden und Algorithmen erkennen, wobei diese Aufgabe auch noch für die Zukunft steht. Ausgehend davon, daß Simulation eine spezielle Form des Erkenntnisprozesses ist und die Methodologie der Simulation als allgemeine Methodologie der Wissenschaft (mit der Spezifik, daß Simulation immer mit dem Experiment verbunden ist) fungieren kann, entstand in der Kybernetik-Gesellschaft der ČSSR eine neue Definition der Simulation.
   Interessante Aspekte ergeben sich durch die Einbeziehung der Fuzzy-Konzeption in die Simulation. Übereinstimmend wurde hervorgehoben, daß dem Anwender der Simulation stärkere methodologische Unterstützung bei der Abbildung der objektiven Realität in das Objekt-System zu geben ist, das sollte wissensbasiert erfolgen. Gleichzeitig sind die Experimente näher an die Realität zu bringen, wobei insbesondere den methodologischen Problemen der Validierung der Modelle Aufmerksamkeit zu schenken ist. Es erhob sich die Forderung nach einer Standardisierung der Simulation. Wenn auch betont wurde, daß weniger die Simulationssprachen als vielmehr die Methoden zur Darstellung der Modelle entscheidend sind, so wurde doch eine Vielzahl verschiedener Simulationssprachen und -pakete behandelt, z. B.:
   - —SIDAS II: Simulationspaket für digitale blockorientierte Simulation dynamischer Systeme
   - —CDCSIS und SIMAN: Simulationssprachen für diskrete, kontinuierliche und kombinierte Systeme
   - —BLOSIS: Simulationssystem für blockorientierte Integration
   - —TOMAS: CAD/CAM-Werkzeug.

   Daneben fanden Petri-Netze zur diskreten ereignisorientierten Simulation und SIMULA-67 für die systemdynamische Modellierung Erwähnung.
2. Stärkere Zuwendung findet die Modellierung großer Systeme (ill-defined systems). Wiederholt wurde darauf hingewiesen, daß diesem Problem zukünftig noch größere Aufmerksamkeit und methodologische Unterstützung zu geben ist. Das Hintergrundwissen, das bei verschiedenen Wissenschaftlern und Experten vorhanden ist, reicht zur mathematischen Modellierung vielfach nicht aus. Die ungenügende A-priori-Information zwingt zu erweiterten Experimenten. Dabei erfordert die Simulation derartiger Systeme die Erzeugung und den Test einer großen Anzahl alternativer Modellstrukturen bzw. es entstehen Multi-Modelle, wobei der Verbindung der Submodelle zum Gesamtmodell bzw. den Beziehungen zwischen den Submodellen besondere Beachtung zu schenken ist. Hervorgehoben wurde die Notwendigkeit einer Datenbank bzw. der Verbindung von Simulation und Datenbanktechnologie.
3. Eine der bedeutendsten Weiterentwicklungen sind Systeme der wissensbasierten Simulation. Einmütigkeit herrschte bei allen Teilnehmern über die Notwendigkeit der Einbeziehung der künstlichen Intelligenz in die Simulation. Derartige wissensbasierte Simulationssysteme stellen eine Kombination von traditionellen Simulationsmodellen (z. B. zur Abbildung der Dynamik der Systeme) mit einer Wissensbank, deren Kern mathematisch-heuristische Modelle sind, die logische und linguistische Regeln enthalten, dar. Durch die Einbeziehung von Modell- und Wissensbanken (knowledge base, model base) in die Simulationsumgebung entstehen neuartige Wechselwirkungen zwischen Simulation einerseits und Kybernetik, allgemeiner Systemtheorie, Softwareengineering, Expertensystemen und künstlicher Intelligenz andererseits. Auf der Konferenz wurden dazu verschiedene konkrete Beispiellösungen vorgestellt, wie
   - — HYDRA: Kopplung von Simulationsmodellen mit wissensbasierten Systemen auf der Grundlage von Multiprozessorsystemen
   - — FEL-EXPERT: Diagnosesystem
   - — TOPS: Sprache für weitverbreitete Modelle der Wissensdarstellung.

   Weitere Lösungen waren Expertensysteme zur Kreditausreichung in Banken und zur industriellen Hydrocarbon-Pyrolyse, in dem die Wissensbank Regeln über Mixturen, Transformationen, Reaktionen und Wahrscheinlichkeiten enthält. Verwiesen wurde auf die Notwendigkeit, insbesondere branchenorientierte Systeme zu entwickeln. Offen bleiben viele Fragen, z. B. nach der Bewältigung des umfangreichen Wissens der Experten, zur ungenügenden Strukturierung des Wissens u. a.
4. Verständlicherweise wird auch zukünftig das Problem der Verbindung von Optimierung und Simulation eine große Rolle spielen. Besondere Aufmerksamkeit erhielt auf der Konferenz die Polyoptimierung. Neben den in der DDR vom ZKI entwickelten Programmpaketen wurden vorgestellt
   - — MEPHESTO für Energiesysteme
   - — PAROPTIM für flexible Automatisierung u. a.

   Das Anwenderpaket MINIMUM ist zur Extremwertermittlung (lokal und global) geeignet, andere wurden zur nichtlinearen Optimierung benutzt, die konjugierte Gradientenmethode wurde angewendet und es wurden Effektivitätsprobleme bei der Vektoroptimierung untersucht.
5. Mit der weiteren Entwicklung der Computertechnik entstehen für die Simulation nicht nur neue Möglichkeiten durch eine neuartige Peripherie, nutzerfreundliche Ein- und Ausgabe u. a., sondern auch neue hohe Anforderungen an die Simulation, insbesondere durch Multiprozessorsysteme. Es ergibt sich die Möglichkeit, die in der Realität im allgemeinen parallel ablaufenden Prozesse nicht mehr sequentiell sondern parallel abzubilden. Das erfordert eine Multiprozessorsimulation, erste Ansätze wurden auf der ECS '87 vorgestellt:
   - — HYDRA: ein wissensbasiertes Parallelsimulationssystem
   - — DORMS: eine Entwurfsmethodologie für die Parallelarchitektur eines Simulators.

   Außerdem wurden Hard- und Software für Parallelmikroprozessorsysteme vorgestellt, ein Softwarepaket für Simulation auf Parallelprozessorsystemen erläutert und die Parallelsimulation mit PASCAL am Beispiel der Simulation des Materialflusses demonstriert. Dem liegen mathematische Algorithmen, wie Parallelalgorithmen für die Lösung dreidimensionaler Differentialgleichungen zugrunde. Der Supercomputer wird zu einer weiteren Dezentralisierung auch auf dem Gebiet der Simulation führen.
6. Schließlich muß darauf verwiesen werden, daß sich auch in der Zukunft die Kluft zwischen dem großen Er-

fahrungsschatz einiger weniger Spezialisten auf dem Gebiet der Simulation und der großen Anzahl von Nutzern, die auf ihrem Fachgebiet Experten, aber nur wenig mit den Details der Modellierung vertraut sind, vergrößern wird. Da zukünftig im weit stärkeren Maße die Notwendigkeit besteht, detaillierte Analysedaten für die Entscheidungsfindung zu erhalten und ausreichende Computertechnik bei diesen Experten bereit steht, muß dem Nutzer der Zugang zu der Vielfalt der mathematischen Modelle, Verfahren u. a. gewährt werden. Er braucht Unterstützung bei der Modellauswahl, bei der Auswahl der Lösungsverfahren und bei der Interpretation der Modellergebnisse. Das führt auf modellbasierte Simulation (model based simulation), d. h.

- rechnergestützte Modellierung mit einem Modellbankmanagement
- rechnergestützte Parameterspezifikation mit einem Parameterbankmanagement
- rechnergestützte Vorbereitung und Auswertung der Experimente mit entsprechendem Experimentemanagement.

Beispiellösungen dafür können die auf der Konferenz vorgestellten Softwarepakete sein:

- INT³: ein integriertes System mit Werkzeugen für die verschiedenen Phasen der Modellbildung
- ACM: ein automatisiertes Modellerstellungssystem auf der Grundlage der systemdynamischen Modellierung
- UNISYS PC: ein System zur Modellierung und Simulation physikalischer (mechanischer, elektrischer, hydraulischer und kombinierter) Systeme.

msr 8787 *J.-A. Müller*

Quantitative Methoden der Prozeßforschung in der Geographie und ihre Anwendung in der Territorial- und Landschaftsplanung

Vom 5. bis 8. April 1987 fand die 2. Tagung zur Anwendung quantitativer Methoden in der Geographie statt. Sie wurde vom Institut für Geographie und Geoökologie der Akademie der Wissenschaften der DDR organisiert. Die inhaltliche Vorbereitung lag in den Händen des Arbeitskreises „Mathematische Methoden", in dem Wissenschaftler der Akademie, von Hochschulen und von Einrichtungen der Praxis vertreten sind.

Schwerpunkte der Konferenz waren dementsprechend physisch-geographische Prozeßforschung und sozial-ökonomisch orientierte Bevölkerungsprognosen. Zielstellung dieser Konferenz, an der sich neben vielen Wissenschaftlern der DDR auch Vertreter der VR Polen, der ungarischen VR, der ČSSR und der Republik Österreich beteiligten, war es, aufbauend auf der 1984 durchgeführten Tagung mit dem Schwerpunkt einer quantitativen Strukturanalyse nun das Augenmerk auf die Raum- und Zeitaspekte integrierende raum-zeitliche Analyse zu lenken. Die Tagung diente einerseits der Dokumentation des erreichten Standes und hatte gleichzeitig orientierenden Charakter.

Das kam insbesondere in den Plenarvorträgen zum Ausdruck. *R. Krönert* und *O. Margraf* stellten bei der Umsetzung mathematischer Methoden und Modelle für geographische Untersuchungen eine Diskrepanz zwischen dem inhaltlich-theoretisch-methodischen Stand und der verfügbaren Rechentechnik fest. *B. Müller* legte den Schwerpunkt der geographischen Prozeßforschung auf die Anwendung sogenannter faktographischer Methoden. Neben dieser gewinnen zukünftig durch einen breiten Einsatz der Rechentechnik und den Aufbau von Wissensspeichern Expertensysteme und Expertenbefragungen an Bedeutung. Darüber hinaus spielen Spektral- und Korrelationsanalysen sowie Filtermethoden eine wesentliche Rolle. *J. Leykauf* zeigte die erkenntnistheoretische und methodische Bedeutung der Zustandsdarstellung. Eine Integration der zeitlichen und räumlichen Betrachtungsweise in der geographischen Prozeßanalyse ist über Raum-Zeit-Modelle möglich, wobei die zeitlichen und räumlichen Autokorrelationskoeffizienten den Ausgangspunkt für die Modellbildung liefern.

Nach *R. Thürmer* kann das Aufdecken von Prozeßstrukturen durch Zustandsvergleich, durch Differenzbildung und durch Ähnlichkeitsbetrachtungen erfolgen, wobei sich zum Aufdecken territorialer Prozeßstrukturen die Simulation fiktiver Prozesse sowie der Vergleich von Zuständen vergangener territorialer Prozesse anbietet.

In seinem Beitrag zur rechnergestützten Modellierung geoökologischer Systeme erläuterte *J.-A. Müller* die Möglichkeit, mathematische Modelle komplizierter geoökologischer Systeme, ausgehend von den Beobachtungen bei ungenügender A-priori-Information über die Prozesse, zu erhalten. Das dabei verwendete Beispiel der Modellierung der Nitratauswaschung und des Dränageabflusses diente *J. Domroese* zur theoretischen Systemanalyse. Entwickelt wurde das prozeßbeschreibende Modell NITRA, das aus dem Bodenwasserhaushaltmodell BOWAM und dem Bodenstickstoffhaushaltmodell BOSTIM besteht.

Als ein wichtiges Hilfs- und Erkenntnismittel für die Typisierung von Ländern nach verschiedenen sozialökonomischen und politischen Entwicklungsstrategien erwiesen sich Verfahren der Faktoren- und Clusteranalyse. Die von *B. Müller, R. Scheffler* und *A. Theuer* erhaltenen Ergebnisse erbrachten wichtige Erkenntnisse über Entwicklungsbedingungen und -prozesse in den Ländern Afrikas.

In 3 Arbeitskreisen wurden die Plenarvorträge diskutiert und durch weitere Beiträge ergänzt.

Arbeitskreis 1:

Erfassung und Vergleich von Zuständen sowie die Analyse der Veränderungen in Landschaften und Territorien

G. Saupe und *S. Thieme* wendeten zum Beschreiben, Erkennen und Bewerten von regionalen Bevölkerungsprozessen verschiedene quantitative Verfahren an, die zu einer probabilistischen Typisierung führten. Die statistische Aufbereitung von 16 Kennziffern aus den Bereichen Wohnbedingungen, Handel und Versorgung, Gesundheits- und Sozialwesen sowie Volksbildung in 268 Gemeinden für 1971 und 1981 bildete die Grundlage zu Aussagen über räumliche und gruppenspezifische Differenzierung in der Grundausstattung der Gemeinden und ihre raumzeitliche Veränderung (*W. Wolf*). *K. Kaden* nutzte zur Analyse von Fernerkundungsdaten Relationen der Strahldichtewerte zwischen den verschiedenen registrierten Kanälen und Aufnahmeterminen im interaktiven Klassifizierungsverfahren, während *H. Schröder* Verfahren der digitalen Bildverarbeitung vorstellte. *G. Gaudigs* Beitrag widmete sich einem Verfahren zur Spezifizierung von Zusammenhängen zwischen den Eigenschaften eines Territoriums. Im Rahmen einer Erarbeitung eines kausalstrukturell fundierten Territorialmodells simulierte *E. Müller* Modelle elementarer Prozesse auf dem Personalcomputer, während *S. Linke* Arbeiten zur Transformation der Regressionskoeffizienten vorstellte. Der Anwendung des Entropiekonzepts waren Beiträge von *H. Paulig* zur Darstellung der Arbeitskräftependelwanderung und von *M. Schulz* zur Beschreibung und Analyse der Wanderungsbewegung in der Hauptstadt der DDR, Berlin, gewidmet.

Arbeitskreis 2:

Kontinuität von Prozeßabläufen in ihrer räumlichen und zeitlichen Realisierung

A. Gomolka zeigte, daß bei der Untersuchung von Küstenprozessen und von Veränderungen der Bodentopographie in Flachwassergebieten nicht auf die Ergebnisse historisch ausgerichteter morphologischer Analysen verzichtet werden kann. *B. Müller* und *H. Hirrle* versuchten für das östliche Umland von Berlin mathematische Ansätze zur Untersuchung, Interpretation und Modellierung von lateralen geochemischen

Stofftransporten zu bekommen, während *U. Jäger*, *R. Stellmacher* und *J. Tremmel* den Einfluß meteorologischer Größen und ackerbaulicher Maßnahmen auf die Ertragsbildung landwirtschaftlicher Kulturen untersuchten. *M. Heilig* befaßte sich mit der Modellierung von zeitverschobenen Speichereffekten in ökologischen Systemen, wobei sich Distributed-Lags-Modelle nach *Bennett/Chorley* zur Analyse und Simulation von Energie- und Feuchtetransferprozessen im Boden als besonders geeignet erwiesen. Verschiedene Arbeiten widmeten sich Bevölkerungsprognosen, so mit Hilfe eines kausalstrukturell fundierten Modells BEVO (*E. Müller*), bei dem die spezifischen raumrelevanten Bevölkerungsprozesse, insbesondere die Migration, berücksichtigt wurden. Da objektiv gerade auf Wohngebietsbasis bevölkerungswirksame Investitionsentscheidungen notwendig sind, wurden von *D. Stempell* für alle 800 Berliner Wohngebiete Vorausberechnungen auf der Grundlage der relativ gleichartigen Altersstruktur von Wohngebieten gleichen Bebauungsalters durchgeführt.

Arbeitskreis 3:

Analyse räumlicher und zeitlicher Aspekte des Prozesses auf der Grundlage von geographischen Informationssystemen Nach *U. Schumacher* umfaßt das Geographische Informationssystem den Aufbau von Datenbeständen sowie Verarbeitungsalgorithmen zur Lösung quantitativer Aufgabenstellungen aus Geographie, Territorial- und Landschaftsplanung auf einem ESER-Rechner. *A. Kindler* verwies darauf, daß das Interesse an Karten zur Veränderung der Flächennutzung steigt, die zur Analyse der bisherigen Entwicklung, der Ermittlung von Trends der Flächennutzung sowie zur Planung und Prognose genutzt werden können. *H. Usbeck* zeigte, daß sich das Geographische Informationssystem (GIS) als ein sehr geeignetes methodisches Instrumentarium für die Analyse von Urbanisierungsprozessen erwies. Nach *A. Kertesz* kommt bei der Automatisierung geographischer und geowissenschaftlicher Aufgaben und bei der Zusammenstellung von Geodatenbanken und Informationssystemen dem Einsatz von Mikrocomputern eine große Bedeutung zu. *J. Pokorny* verwies schließlich auf Analysen am geographischen Institut in Brno zu zeitlichen ökonomisch-geographischen Veränderungen, die auf der Grundlage einer mathematischen Bearbeitung mit Hilfe eines territorialen Informationssystems durchgeführt wurden.

Insgesamt kann man einschätzen, daß sich bei der Nutzung quantitativer Methoden beträchtliche Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Einzelwissenschaftlern, Mathematikern, Kybernetikern und Systemforschern zeigten, die gemeinsam die weitere Nutzung der vorhandenen Potentiale von Mathematik, Informatik, Systemtheorie u. a. erschließen sollten. msr 8712 *J.-A. Müller*

msr DISSERTATIONEN

Rechnergestützte Projektierung von Automatisierungsanlagen am Beispiel der Verdrahtungsunterlagen

Wachsender Aufgabenumfang bei der Projektierung von Automatisierungsanlagen erfordert die Rationalisierung der Tätigkeiten. Gleichzeitig bestehen neue Möglichkeiten zur Einführung der interaktiven Arbeitsweise in die Projektierung. Deshalb wurden vorhandene Erkenntnisse und Methoden zur rechnergestützten Arbeitsweise aus anderen Fachgebieten sowie aus der Softwaretechnologie ausgewählt und auf dieses Gebiet übertragen. Wegen der dabei auftretenden umfangreichen Probleme wurde zunächst ein geeigneter Projektierungsabschnitt für eine erste Teillösung ausgewählt und analysiert.

Es wurde ein neuer Bearbeitungsablauf festgelegt, der den Randbedingungen Hardwarekonfiguration, Daten-, Aufgabenumfang und Dialoganforderungen gerecht wird. Geeignete Daten- und Programmstrukturen und die Benutzung der Assemblersprache sichern die Realisierbarkeit der Lösungskonzeption. Mit Hilfe einer Softwareentwurfsmethode und teilweise rechnergestützten Softwareerarbeitung wird eine effektive Arbeit bei der Programmbearbeitung ermöglicht. Die Verwendung eines Bürocomputers zeigte, daß auch mit relativ geringem gerätetechnischen Aufwand Probleme der Projektierung von Automatisierungsanlagen rechnergestützt bearbeitet werden können.

Die künftigen Anwender wurden in die Konzeption, Entwicklung und Einführung der Lösung kontinuierlich einbezogen. Der effektive Arbeitsplatz wird mehrfach genutzt und bewirkt u. a. eine Verkürzung der Bearbeitungszeit, die Vereinfachung von Änderungen, eine erhöhte Qualität der Unterlagen und eine verringerte Fehleranzahl. Die weitere Entwicklung wird zu Ketten von Projektierungsarbeitsplätzen führen, die mittels maschinenlesbarer Datenträger oder über Datenbanken und Rechnernetze verbunden sind und dadurch weitere Effekte erwarten lassen.

Dipl.-Ing. *Thomas Hoppe* (33) studierte von 1975 bis 1979 Technische Kybernetik und Automatisierungstechnik an der TU Dresden. Anschließend war er bis 1981 als Entwicklungsingenieur im damaligen Institut für Regelungstechnik in Berlin tätig. Seitdem als Projektierungsingenieur im Industrie-Hochschul-Komplex Anlagenautomatisierung der Technischen Hochschule Leipzig. Außerplanmäßige Aspirantur von 1983 bis 1986.

Dissertation A an der Fakultät für Technik und Naturwissenschaften der Technischen Hochschule Leipzig. Leipzig, 2. April 1987.

Doktorand: Dipl.-Ing. *T. Hoppe*

Vorsitzender der Verfahrenskommission: Prof. Dr. sc. techn. *H.-G. Woschni*

Gutachter: Prof. Dr. sc. techn. *W. Bennewitz*
Prof. Dr. sc. techn. *H. Fuchs*
Dr.-Ing. *L. Deten*

Die Dissertation kann nur über die Bibliothek der TH Leipzig entliehen werden.

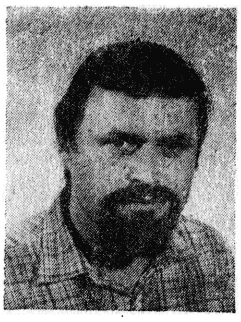
msr 8708 Dr.-Ing. *T. Hoppe*, Technische Hochschule Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen, Industrie-Hochschul-Komplex Anlagenautomatisierung, PSF 66, Leipzig, 7030.

Methodische Beiträge zur Auswahl von Automatisierungsschwerpunkten in der Metallurgie

Die Arbeit enthält einen Beitrag zur Auswahl von Automatisierungsschwerpunkten in Bereichen der NE-Metallurgie. Ausgehend von dem volkswirtschaftlich erforderlichen effektiven Einsatz automatisierungstechnischer Mittel für die Rationalisierung vorhandener technologischer Anlagen, Prozeßabschnitte bzw. komplexer Produktionslinien wird der Versuch unternommen, dieses Auswahlproblem als eine spezielle Form eines allgemeinen Entscheidungsprozesses darzustellen und zu behandeln, wobei auf die Entwicklung und praktikable Nutzung eines geeigneten methodischen Hilfsmittels für Entscheidungsträger der unterschiedlichen Leitungsebenen orientiert wurde. Der Inhalt der entwickelten Methode beruht dabei auf folgendem Kausalschema:

Für jedes Untersuchungsobjekt (Betrachtungseinheit) sind Ziele definiert, deren vollständige Erfüllung durch prozeßkonkrete Sachverhalte (Defekte) gemindert werden. Den Defekten liegen Ursachen zugrunde, die durch geeignete Maßnahmen beeinflußt werden können.

Dipl.-Ing. *Siegmund Klein*



Dipl.-Ing. *Siegfried Lau*

Dipl.-Ing. *Siegmund Klein* (40) studierte von 1968 bis 1971 Mikroelektronik an der Ingenieurschule Hermsdorf. Seit 1971 Tätigkeit im Forschungsbereich Automatisierungstechnik des VEB Mansfeld Kombinat „Wilhelm Pieck" auf den Gebieten Meßtechnik und Industrierobotertechnik. Von 1972 bis 1976 Hochschulfernstudium an der TH Magdeburg in der Fachrichtung Technische Kybernetik. 1982 bis 1986 außerplanmäßige Aspirantur an der TH „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg.
Dipl.-Ing. *Siegfried Lau* (39) studierte von 1968 bis 1971 Elektrotechnik an der Ingenieurschule Eisleben. Seit 1971 Tätigkeit im Forschungsbereich Automatisierungstechnik des VEB Mansfeld Kombinat „Wilhelm Pieck" auf den Gebieten der Systemautomatisierung und Prozeßrechentechnik. Von 1972 bis 1976 Hochschulfernstudium an der TH Magdeburg in der Fachrichtung Technische Kybernetik. 1982 bis 1986 außerplanmäßige Aspirantur an der TH „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg.
Dissertation A an der Fakultät für Technische Wissenschaften und Mathematik der Technischen Hochschule „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg, Merseburg, 15. April 1987.
Doktoranden: Dipl.-Ing. *S. Klein*; Dipl.-Ing. *S. Lau*
Vorsitzender der Prüfungskommission: Prof. Dr. sc. techn. *W. Weiß*
Gutachter: Prof. Dr. sc. techn. *G. Brack*; Prof. Dr. sc. techn. *R. Müller*; Prof. Dr. sc. oec. *M. Franke*.
Die Dissertation kann nur über die Bibliothek der TH „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg entliehen werden.

msr 8735 Dr.-Ing. *S. Klein*, Dr.-Ing. *S. Lau*, VEB Mansfeld Kombinat „Wilhelm Pieck", Direktionsbereich Technik, Markt 57, Eisleben, 4250.

Diese Zusammenhänge werden modellmäßig (als linear gerichteter Graph und/oder Gleichungsmodell) dargestellt und die erforderlichen Arbeitsschritte für eine systematische Vorgehensweise zur objektkonkreten Belegung der Modellgrößen anhand eines von Ablaufplänen untersetzten Bearbeitungsschemas dokumentiert. Dazu wurde u. a. eine spezielle Form der mehrwertigen Logik entwickelt und angewendet. Für eine rechnergestützte Bearbeitung derartig strukturierter Auswahlprobleme wurde von den Autoren ein modulares, dialogorientiertes Programmsystem entwickelt, das ohne Voraussetzung von EDV-Spezialkenntnissen für seine Anwendung vielfältige Simulationsmöglichkeiten von Leitungs- und Planungsprozessen gestattet.

Eine erste Anwendungsüberprüfung ergab, daß hinsichtlich des Einsatzes der entwickelten Methode keine problemspezifischen Restriktionen bestehen und somit eine über das Problem der Auswahl von Automatisierungsschwerpunkten hinausgehende Allgemeingültigkeit vorhanden ist. Darüber hinaus werden positive Einschätzungen aus einer kurzfristigen praktischen Nutzung sowohl von Teilergebnissen als auch des interaktiven Programmsystems dokumentiert sowie Hinweise für weiterführende wissenschaftlich-technische Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten gegeben. Insbesondere wird darauf hingewiesen, daß auf der Basis der entwickelten Methode weiterführende Arbeiten in Richtung multivalent nutzbarer Expertensysteme im Interesse einer beschleunigten Durchsetzung von Innovationsprozessen notwendig sind.

Intelligente Stelleinrichtungen für Stoffströme

Als Komponenten künftiger Automatisierungssysteme auf der Basis intelligenter und feldbusgekoppelter Meß-, Stell- und Leiteinrichtungen übernehmen intelligente Stelleinrichtungen außer der traditionellen Stellfunktion auch wesentliche Teile der Informationsverarbeitung zu den Automatisierungsgrundfunktionen (Regelung, Binärsteuerung) und zu den Eigenfunktionen (dezentrale Feldbussteuerung, Eigenüberwachung u. a.).

Die einzelnen Funktionen können vom Anwender durch Konfigurierung und Parametrierung funktionsorientierter Softwaremodule aus einer Modulbibliothek flexibel festgelegt werden. Die realisierbaren Regelungsgrundfunktionen entsprechen denen modularer Mikrorechnerregler (z. B. PID-, Kaskaden-, Verhältnis-, Mehrkomponentenregelungen, Störgrößenaufschaltungen). Zusätzlich wurden weitere Funktionen implementiert, die bisher nicht üblich sind (z. B. Positionierung durch digitale Stellungsregelung, Kennlinienkorrektur, Hysteresekompensation, Ansteuerung von Mehrmotorenstellantrieben sowie Binärsteuerungen). Diese ermöglichen zugleich konstruktive Verbesserungen der traditionellen Stelleinrichtungen und führen zu einem günstigeren Regelungsverhalten.

Die gerätetechnische Konzeption der intelligenten Stelleinrichtungen geht von den Vorstellungen eines zukünftigen Einsatzes unter industriellen Bedingungen aus, führt aber im praktischen Teil zunächst zu einer universellen Steuereinheit auf der Basis von Einchipmikrorechnern (U 882/884), mit der alle üblichen Stelleinrichtungen für Stoffströme angesteuert werden können. Insgesamt weisen die erzielten Ergebnisse mit Hardware- und Softwarevarianten die technisch-ökonomische Realisierbarkeit intelligenter und zugleich buskoppelbarer Stelleinrichtungen als Komponenten zukünftiger Automatisierungssysteme nach.

Dipl.-Ing. *Harald Blum* (32) durchlief von 1972 bis 1974 eine Lehre als Elektromonteur im VEB Mansfeld Kombinat „Wilhelm Pieck". Danach einjähriger Besuch der Arbeiter- und Bauern-Fakultät in Halle. 1975 bis 1980 Studium am Polytechnischen Institut Odessa in der Fachrichtung Automatisierung wärmeenergetischer Prozesse. Anschließend wissenschaftlicher Assistent und später Aspirant an der Sektion Automatisierungsanlagen der Technischen Hochschule Leipzig. Seit 1986 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energetik in Leipzig.
Verteidigung der Dissertation A an der Fakultät für Technik und Naturwissenschaften der TH Leipzig. Leipzig, 29. Mai 1987.
Doktorand: Dipl.-Ing. *H. Blum*
Vorsitzender der Verfahrenskommission: Prof. Dr. sc. techn. *W. Richter*
Gutachter: Prof. Dr. sc. phil. *W. Kriesel*, Prof. Dr. sc. techn. *H. Töpfer*, Prof. Dr. sc. techn. *H. Fuchs*
Die Dissertation kann nur über die Bibliothek der TH Leipzig entliehen werden.

msr 8747 Dr.-Ing. *H. Blum*, Institut für Energetik, Torgauer Str. 114, Leipzig, 7024.

Integration und Abgrenzung von Datenbasen für die Planung, Lenkung und Kontrolle der Produktion

Die Ergebnisse der Arbeit bilden einen Beitrag zur Konzipierung durchgängig computergestützter Informationssysteme für die Produktionsvorbereitung, -durchführung und -realisierung in Kombinaten und Betrieben im Rahmen komplexer CIM-Lösungen. Sie schließen verteilte Datenbanken, zentralisierte und dezentralisierte Datenverarbeitung sowie arbeitsplatznahe Ressourcenzugänge ein. Dabei wird von der Drei-Ebenen-Architektur datenstruktureller Modelle sowie einer Analyse und Synthese der für die vorgesehenen Teilprozesse der Datenverarbeitung erforderlichen Satzmengen ausgegangen. Aufgrund der Aggregation und der Verallgemeinerung der Satzmengen, die der durch den Leitungsaufbau bestimmten Aufgabengliederung folgt, ergeben sich Varianten der Aufteilung der gespeicherten Datenbasis, die unterschiedlich abgegrenzte Teilsysteme der Datenspeicherung und -verarbeitung repräsentieren. Durch Kombination derartiger Teilsysteme entstehen alternativ strukturierte Informationssysteme. Für ihren Vergleich und die Auswahlentscheidung

werden Bewertungskriterien zum Nachweis variantenabhängiger Auswirkungen auf das Niveau der Informationsbedarfsdeckung und auf den Aufwand erarbeitet. Das praktikable Bewertungsverfahren berücksichtigt Anforderungen an die einzusetzende Hard- und Basissoftware, die erwarteten Softwareentwicklungs- und Datenverarbeitungsaufwände, Konsequenzen für die Zuständigkeiten betrieblicher Struktureinheiten sowie den Grad der Unabhängigkeit der Teilsysteme und Folgen für die Systemstabilität.

Die verwendeten Datenbasisentwürfe verdeutlichen die informationellen Verflechtungen bei der Arbeitsteilung und Kooperation zwischen den Struktureinheiten. Sie unterstützen die Organisatoren und die Softwareentwickler dabei, Unzulänglichkeiten vorhandener Lösungen aufzudecken sowie Alternativen der Aufbauorganisation zu ermitteln und zu vergleichen, die im räumlichen, zeitlichen und gegenständlichen Aufgabenbezug auf den Reproduktionsprozeß voneinander abweichen. Es wird dargestellt, auf welche Weise Teilsysteme zur Produktionsplanung und -steuerung unterschiedlich abgegrenzt und in das Informationssystem des Betriebes oder des Kombinates integriert werden können. Die vorgestellten Entwurfsergebnisse sind auf Produktionsbedingungen bezogen, die in zahlreichen Kombinaten insbesondere der metallverarbeitenden Industrie vorliegen. Für definierte Voraussetzungen ist eine Vorzugslösung ausgewiesen, die sich aus relativ selbständigen Datenbasen für die

- Produktionssteuerung im Fertigungsabschnitt
- zentrale Produktionssteuerung im Betrieb
- Bilanzierung der Produktionskooperation zwischen Betrieben
- betriebliche Erzeugnisplanung und -abrechnung
- Auftragsplanung Aufgaben anderer betrieblicher Fachbereiche

zusammensetzt.

Dr. sc. oec. *Kurt Porkert* (37) studierte an der Sektion Wirtschftswissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität (FSU) Jena. Ab 1973 wissenschaftlicher Assistent an der FSU. 1978 Promotion A auf dem Gebiet der Fertigungsauftragsbildung und -terminierung. Von 1978 bis 1984 EDV-Organisator im VEB Carl Zeiss JENA für Softwareentwicklung auf den Gebieten Produktionsplanung, -lenkung und -kontrolle. Seit 1984 wissenschaftlicher Oberassistent im Wissenschaftsgebiet Informationsverarbeitung der Sektion Wirtschaftswissenschaften der FSU.
Verteidigung der Dissertation B an der Gesellschaftswissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Doktorand: Dr. oec. *K. Porkert*
Vorsitzender der Prüfungskommission:
Prof. Dr. sc. oec. *W. Weise*
Gutachter: Prof. Dr. rer. oec. habil. *W. Matthies*
Prof. Dr. rer. oec. habil.
H.-G. Lauenroth
Prof. Dr. sc. oec. *K. Tragsdorf*
Prof. Dr. rer. oec. habil. *H. Schneider*

msr 8674 Dr. sc. oec. *K. Porkert*, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Sektion Wirtschaftswissenschaften, Schillerstraße 8, Jena, 6900.

Strukturbildungsprozesse und Leistung in wissenschaftlichen Gemeinschaften

Zur quantitativen Bestimmung des Grades der Interaktion in sozialen Gruppen wurde ein komplexes Strukturmaß entwickelt. Die Verteilung der Beziehungen zwischen den Gruppenmitgliedern kann unter Anwendung des Entropiemaßes auf verschiedenen hierarchischen Ebenen quantitativ charakterisiert werden. Das komplexe Strukturmaß ist eine Kombination dieser Maße für die verschiedenen hierarchischen Ebenen. Spezifische Informationen werden sowohl durch das komplexe Strukturmaß als auch durch seine Maße auf den verschiedenen Hierarchieebenen gewonnen.
Das Strukturmaß kann in seiner Anwendung sowohl der Wissenschaftsmetrie, der Soziometrie als auch der Psychometrie zugeordnet werden.
Als wissenschaftsmetrische Methode wurde es sowohl auf informelle Kommunikationsnetze von Wissenschaftlern als auch auf institutionalisierte Gruppen angewendet. Die Signifikanz der empirischen Ergebnisse wurde durch eine Vielzahl mathematisch-statistischer Tests bestimmt. Bei der Anwendung des Strukturmaßes auf das Netzwerk der Zitate von Zeitschriften konnte einerseits die Widerspiegelung des Lotka-Gesetzes in der Struktur der Zitate nachgewiesen werden und andererseits die Stratifikation der Autoren, die auf der Anzahl ihrer Publikationen basiert. Publikationen und Zitate aus philosophischen, medizinischen und physikalischen Zeitschriften lassen vermuten, daß unabhängig von bedeutenden Unterschieden zwischen den Wissenschaftsdisziplinen die Populationen der Autoren stark geschichtet sind.
Andererseits wurde das Strukturmaß auf die Kooperationsstruktur von Forschungsgruppen angewendet. Dabei wurde ein theoretischer Ansatz über die Erhöhung der Effektivität von Forschungsgruppen als adaptive Systeme entwickelt. Wenn die Leistung ein Ziel einer Forschungsgruppe ist, dann wird eines der wesentlichen Entwicklungsprinzipien der Forschungsgruppe ihre Anpassung an die sich im Verlaufe des Forschungsprozesses verändernden Bedingungen sein. Es konnte empirisch nachgewiesen werden, daß die simultane Anpassung verschiedener Komponenten der Kooperationsstruktur einen signifikanten Einfluß auf die Leistung hat. Die Hypothese, die das Prinzip der Anpassung an die Kooperationsstruktur beinhaltet, kann für die Anpassung weiterer Gruppenmerkmale generalisiert werden.

Dr. oec. Dipl.-Psych. *Hildrun Kretschmer* (40) studierte von 1965 bis 1970 Ingenieur- und Arbeitspsychologie an der Humboldt-Universität zu Berlin. Von 1970 bis 1973 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Regelungstechnik, VEB EAW Berlin, 1973 bis 1975 VEB Stahl- und Walzwerk „Wilhelm Florin" Henningsdorf. 1972 bis 1975 außerplanmäßige Aspirantur an der Hochschule für Ökonomie „Bruno Leuschner" Berlin. 1975 Dissertation A. Seit 1976 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR. Dissertation B an der AdW der DDR. Berlin, 12. September 1986.

Doktorand: Dr. oec. Dipl.-Psych. *H. Kretschmer*
Vorsitzender der Prüfungskommission:
Prof. Dr. sc. phil. *G. Kröber*
Gutachter: Prof. Dr. sc. oec. *H. Metzler*
Prof. Dr. sc. phil. *H.-G. Meyer*
Prof. Dr. sc. phil. *D. Schulze*

Die Dissertation kann nur über die Hauptbibliothek der Akademie der Wissenschaften der DDR ausgeliehen werden.

msr 8728 Dr. sc. phil. Dr. oec. *H. Kretschmer*, Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR, Prenzlauer Promenade 149—152, Berlin, 1100.

Prof. em. Dr. rer. nat. habil. Hans Hart 65 Jahre

Herr Prof. *Hans Hart*, langjähriger Leiter des Wissenschaftsbereiches Meßtechnik an der Sektion Elektronik der Humboldt-Universität zu Berlin, beging am 7. März 1988 seinen 65. Geburtstag. Dieses Jubiläum ist Anlaß, eine Würdigung seiner Leistungen vorzunehmen. An der ehemaligen Brandenburgischen Landeshochschule Potsdam nahm *H. Hart* 1949 ein Physikstudium auf, das er 1954 als Diplomphysiker abschloß. Unter der Anleitung und Betreuung von *Prof. Schmellenmeier* erarbeitete er seine Dissertation „Zur Definition der Streukraft galvanischer Bäder", mit der er 1958 an der Pädagogischen Hochschule Potsdam zum Dr. rer. nat. promoviert wurde. Bereits während seiner Assistentenzeit orientierte er sich nicht nur auf die Grundlagenforschung, sondern bemühte sich um eine praxisorientierte Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Unter diesem Gesichtspunkt ist seine frühzeitige Hinwendung zu der sich in den 50er Jahren in der DDR entwickelnden Isotopentechnik zu bewerten. Hervorzuheben ist sein reger Anteil am Aufbau und an der Tätigkeit des Arbeitsausschusses „Kernpraxis" des Fachverbandes Elektrotechnik in der KDT. Als langjähriger stellvertretender Vorsitzender prägte er während seiner 15jährigen Mitarbeit das Profil dieses Gremiums maßgeblich, fand ebenfalls die Zeit für eine intensive Industrieberatungstätigkeit und fungierte über mehrere Jahre als Chefredakteur der „Zeitschrift für Isotopentechnik". Aufgrund seiner wissenschaftlichen Leistungen wurde er 1962 Abteilungsleiter in einer Forschungsstelle der AdW der DDR. Ab 1964 wurde die TH für Chemie „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg sein Tätigkeitsbereich. Nach seiner Berufung zum Hochschuldozenten übernahm er die Leitung und die Entwicklung des Fachgebietes Betriebsmeßtechnik und widmete sich gleichzeitig mit der ihm eigenen Energie und Zielstrebigkeit der Profilierung des Forschungsgebietes Analysenmeßtechnik.

In seiner 1965 in Merseburg erfolgreich verteidigten Habilitationsschrift „Die kontinuierliche Flüssigkeitsdichtemessung mit Hilfe der Kernstrahlung" wurden seine Arbeiten zur Forschungsrichtung der Isotopentechnik, die sich in über 35 Patenten, Veröffentlichungen und Vorträgen niederschlugen, zusammengefaßt. Im September 1967 erfolgte seine Berufung zum Professor mit Lehrauftrag.

Mit seiner Umberufung als ordentlicher Professor für Meßtechnik an die Humboldt-Universität zu Berlin (1969) wurde er in der Gründungs- und Aufbauphase der Sektion Elektronik mehrere Jahre als Stellvertreter des Sektionsdirektors für Erziehung und Ausbildung tätig. Hier leistete er mit fachlichem Weitblick und Können, mit wissenschaftsorganisatorischem Geschick und persönlichem Engagement hervorragende Arbeit. Besonderen Anteil hatte er an der Konzipierung eines modernen Studienplanes für die neu zu entwickelnde Fachrichtung Elektroniktechnologie. Dem Wissenschaftsprofil der Sektion Elektronik entsprechend, leitete Prof. *Hart* langfristige Forschungsthemen zur Meß- und Fehlertheorie, zur Prüftechnik und Produktionskontrolle sowie zur Sensortechnik. Neben seinen umfangreichen Verpflichtungen als Hochschullehrer hat Prof. *Hart* sein Fachwissen, seine Erfahrungen und seinen Ideenreichtum in nationalen und internationalen Gremien eingebracht. So arbeitete er im RGW-Ausschuß „Isotopenanwendung" und in einem OIML-Ausschuß mit. Seit 1970 ist er Mitglied in den Fachunterausschüssen „Meßtheorie", „Aus- und Weiterbildung" und „Allgemeine Metrologie"; den letzteren leitet er seit 1975 mit Erfolg. Seit 1971 ist er Vorstandsmitglied des Fachausschusses „Allgemeine Metrologie und Standardisierung" der WGMA.

Eine Würdigung der Persönlichkeit und des wissenschaftlichen Wirkens des Jubilars wäre unvollständig, würden nicht auch seine zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Buchpublikationen genannt. Die Liste seiner Veröffentlichungen und Vorträge umfaßt über 150 Titel. Er ist Autor, Mitautor oder Herausgeber im Autorenkollektiv von 15 Büchern. Exemplarisch seien genannt „Radioaktive Isotope in der Dickenmessung" (1960), „Flüssigkeitsmeßtechnik mit Hilfe der Kernstrahlung" (1972), Taschenbuch „Betriebsmeßtechnik" (1974) und sein inzwischen in der 4. Auflage erschienenes Lehrbuch „Einführung in die Meßtechnik" (1977). Seine jüngste Publikation „Meßgenauigkeit" bereichert seit 1987 die Fachliteratur der Meßtechnik. Von einigen seiner Buchausgaben liegen Exemplare in bulgarischer, polnischer, russischer und ungarischer Sprache vor.

Es fällt an dieser Stelle schwer, die Verdienste des Hochschullehrers und Wissenschaftlers Prof. *Hart* in Lehre, Forschung, Erziehung und Öffentlichkeitsarbeit vollständig darzustellen. Als Doktor-Vater führte er über 30 Nachwuchswissenschaftler zur Promotion und betreute allein während seiner Berliner Zeit mehr als 100 Diplomanden.

Prof. *Hart* wurde aus gesundheitlichen Gründen 1987 emeritiert. Wir hoffen, daß es dem Jubilar noch lange Zeit vergönnt ist, sich auch im Ruhestand seinem Fachgebiet und seiner Publikationsarbeit mit Erfolg zu widmen. Durch seine Persönlichkeit, die durch Fleiß, Selbstdisziplin, Bescheidenheit und Kollegialität geprägt ist, wurde Prof. *H. Hart* ein Vorbild für den wissenschaftlichen Nachwuchs.

Seine Kollegen, Freunde und Schüler verbinden ihre Gratulation mit dem herzlichen Dank für seine gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Leistungen sowie mit den besten Wünschen für Gesundheit und persönliches Wohlergehen.

Henry Langer

Die Mitarbeiter der Redaktion msr schließen sich den guten Wünschen sehr herzlich an und hoffen, daß sich interessante Arbeitsergebnisse von Herrn Prof. Hart auch künftig in unserer Zeitschrift niederschlagen werden.

Taschenbuch Elektrotechnik. Band 2: Grundlagen der Informationstechnik. Hrsg.: *E. Philippow.* 3., stark bearbeitete Auflage. Berlin: VEB Verlag Technik 1987. 984 Seiten, zahlreiche Bilder und Tafeln. 40,— M.
Bestell-Nr. 553 615 9

Für den Automatisierungstechniker ist dieser 2. Band des 6bändigen Standardwerkes „Taschenbuch Elektrotechnik" sicherlich der bedeutsamste, enthält er doch das ihm ureigene Instrumentarium an Theorien, Methoden und Verfahren (System-, Signal-, Informations-, Kodierungs- und Modulationstheorie, kontinuierliche und diskontinuierliche Steuerungssysteme, experimentelle Prozeßanalyse (erstmalig als eigenständiger Hauptabschnitt), digitale Schaltungen, Bedienungs-, Zuverlässigkeits- und Empfindlichkeitstheorie). Dazu gesellen sich weitere wichtige „Rand"-Gebiete (frequenzselektive Netzwerke, nichtlineare und parametrische Netzwerke, elektromagnetische Wellen, Elektroakustik, Steuerungsprozesse in Lebewesen). Die weitgehend neu gestaltete 3. Auflage erfaßt sowohl den Stand von Theorie und Technik der genannten Gebiete als auch die erkennbaren Entwicklungstendenzen. In Verständlichkeit der Darstellung, grafischer Unterstützung, solider Ausstattung und vorzüglicher Lektorierung steht dieser 2. Band dem 1. (siehe msr, Berlin 30 (1987) 4, S. 189) in nichts nach. Am Taschenbuch Elektrotechnik kommt ein interessierter Ingenieur wohl kaum vorbei.

B 2331 *D. Werner*

Digitale Regelsysteme. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Von *R. Isermann.* Band I: Grundlagen, Deterministische Regelungen. 340 Seiten, 88 Bilder. Band II: Stochastische Regelungen, Mehrgrößenregelungen, Adaptive Regelungen. 354 Seiten, 120 Bilder. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1987.

Bereits die 1. Auflage dieses Buches (1977) fand in Fachkreisen Anerkennung. Digitale Regelungen haben seitdem stark an Bedeutung gewonnen. Neue Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen erforderten und ermöglichten eine vollständige Überarbeitung des Werkes, das jetzt 2 Bände umfaßt.
Der Autor wendet sich mit diesen Bänden vor allem an Studenten und Ingenieure in der Praxis. Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse über kontinuierliche Systeme. Die Darstellung beschränkt sich bewußt auf die unterste, prozeßnahe Ebene der Prozeßautomatisierung. Nach einleitenden und einordnenden Abschnitten werden im Band I die theoretischen Grundlagen linearer Abtastsysteme in sehr kompakter Form dargestellt. Wichtig sind hierbei die Anmerkungen zu den Prozeßmodellen. Der umfangreichere Teil des Bandes widmet sich den Regelungen bei deterministischen Störsignalen (parameteroptimierte Regler, insbesondere mit dem nach wie vor weitverbreiteten PID-Verhalten, Regler höherer Ordnung, Kompensations-, Deadbeat-, Zustandsregler, Regler für Prozesse mit dominierenden Totzeiten). Ausführlicher als in der 1. Auflage werden unempfindliche und robuste Regler behandelt. Anhand von Simulationsbeispielen werden die Regelalgorithmen bezüglich Regelgüte, Stellaufwand, Empfindlichkeit, Synthese- und Rechenaufwand verglichen und Hinweise zur Auswahl gegeben. Die Wahl des wichtigen Entwurfsparameters Abtastzeit wird beim jeweiligen Entwurfsverfahren berücksichtigt. Zahlreiche durchgerechnete Beispiele im Text und gut gewählte Übungsaufgaben nebst Lösungen im Anhang ermöglichen ein aktives Einarbeiten.
Band II wird ebenfalls mit theoretischen Grundlagen, hier zu mathematischen Modellen zeitdiskreter stochastischer Signalprozesse, eingeleitet. Ausführlich werden Regelalgorithmen bei Einwirkung stochastischer Störsignale, wie parameteroptimierte Regler und die der Störung besser angepaßten Minimalvarianz- und Zustandsregler betrachtet. Weitere umfangreiche Abschnitte widmen sich den vermaschten und Mehrgrößenregelungen.
Mikro- und Prozeßrechner ermöglichen zunehmend den praktischen Einsatz adaptiver Regelalgorithmen, entsprechend umfangreich ist die Darstellung. Neben Grundstrukturen adaptiver Regelungen werden On-line-Parameterschätzverfahren für Prozesse und Signale im offenen und geschlossenen Kreis, geeignete Regelalgorithmen (Deadbeat, Minimalvarianz, parameteroptimiert, Polvorgabe, Zustandsregler), Stabilität, Konvergenz und Überwachung adaptiver Regelungen sowie zahlreiche Simulationsbeispiele behandelt. Für die praktische Realisierung sind die Hinweise zu Quantisierungseffekten, Störsignalfilterung und zur Anpassung von Regelalgorithmen an verschiedene Stellantriebe von besonderer Bedeutung.
Die Vorstellung von Programmpaketen zum rechnergestützten Reglerentwurf sowie zahlreiche industrielle Anwendungsbeispiele runden die Darstellung ab und zeigen die Anwendungsmöglichkeiten und die Leistungsfähigkeit adaptiver Regelungen.
Trotz beträchtlichem Umfang des Gebietes ist dem Autor eine didaktisch sehr gut aufbereitete, übersichtliche und gut lesbare Darstellung gelungen. Der Text wird nie langatmig, ist nicht theoretisch überladen und zeichnet sich durch die klare Sprache des Ingenieurs aus. Weiterführende und ergänzende Literatur kann dem sehr umfangreichen Literaturverzeichnis entnommen werden.
Die drucktechnische Qualität ist hervorragend und gegenüber der 1. Auflage verbessert.
All denen, die sich in das Gebiet einarbeiten oder in der Praxis digital regeln wollen, aber auch mit Fragen der Signalverarbeitung, -filterung, -schätzung oder Prozeßidentifikation beschäftigt sind, ist die Lektüre dieses Buches, das mit Fug und Recht als „Standardwerk der digitalen Regelung" bezeichnet werden kann, dringend zu empfehlen.

B 2355 *J. Wede*

Digitale Regelung elektrischer Antriebe. Von *R. Schönfeld.* Berlin: VEB Verlag Technik 1987. 240 Seiten, 210 Bilder, 21 Tafeln, 25,— M.
Bestell-Nr. 553 721 5

Die Entwicklung der modernen Antriebstechnik ist entscheidend durch den Einsatz der Mikroelektronik/Mikrorechentechnik geprägt. Auf der Grundlage leistungsfähiger Informationsverarbeitung und flexibler Speicherbarkeit umfangreicher Daten ergeben sich neue Möglichkeiten zur automatischen Steuerung von Antrieben, die wesentliche Verbesserungen der technischen Parameter der Antriebe ermöglichen.
Es ist das Verdienst des Verfassers, daß er ein Fachbuch über digitale Regelung elektrischer Antriebe vorlegt, obwohl sich das Gebiet noch in einer stürmischen Entwicklung befindet.
Die Behandlung dieses interdisziplinären Gebietes erforderte die Einbeziehung neuester Kenntnisse der Wissensgebiete automatische Steuerung zeitdiskreter Systeme, elektromechanische Antriebselemente, Meßtechnik, Mikroelektronik und Mikrorechentechnik.
Das Buch ist in 10 Abschnitte gegliedert. In den ersten vier Abschnitten — Digitale Signalverarbeitung in elektrischen Antrieben, Programmierbare Steuer- und Regeleinrichtungen, Entwurf und Optimierung digitaler Regelungen, Steuerung von Bewegungsabläufen mit kontinuierlichen und diskontinuierlichen Antrieben — werden die notwendigen theoretischen Grundlagen zur Analyse und Synthese digitaler Antriebssysteme unter Berücksichtigung der optimalen Steuerung dargestellt.
In den Abschnitten 5, 6 und 7 — Ansteuerung und Stromregelung von

Gleichstromantrieben, Ansteuerung und Stromregelung selbstgelöschter Stromrichter, Feldorientierte Steuerung von Drehfeldmaschinen — werden spezielle Probleme der automatischen Steuerung von Gleichstrom- und Drehfeldmaschinen beschrieben. Hervorzuheben verdient die Behandlung der Prinzipien der Adaption bei der Betrachtung der digitalen Drehzahl- und Lageregelungen im Abschnitt 8. Schließlich werden im Abschnitt 9 die für reale Antriebssysteme typischen Begrenzungen und elastischen Übertragungen bei der Regelung und optimalen Steuerung berücksichtigt.

Im Abschnitt 10 werden Hinweise zum systematischen Entwurf und zur Dokumentation der Reglersoftware, zur Hardwarestruktur sowie zur Prüfung, Inbetriebnahme und Wartung digitaler Antriebsregelungen gegeben. Trotz der großen Breite ist der Stoff konkret und problembezogen dargestellt und soweit abstrahiert, daß er weitgehend unabhängig von der sich rasch entwickelnden Bauelementebasis gültig ist. Mit 210 Bildern (Prinzipschaltungen, Signalflußpläne, Programmabläufe), 21 Tafeln sowie 43 Entwurfs- und Berechnungsbeispielen wird eine anschauliche und trotz des angemessenen theoretischen Niveaus anwendungsbezogene Darstellung erreicht, die die großen Erfahrungen des Hochschullehrers und Autors mehrerer bekannter Bücher der Antriebstechnik widerspiegelt. Das Buch, das die im Grundstudium des Elektroingenieurwesens vermittelten Kenntnisse voraussetzt, wendet sich vorrangig an Studenten der Fachrichtungen Elektrotechnik, Gerätetechnik, Automatisierungstechnik, die sich im Fachstudium mit Fragen der Antriebstechnik befassen und an den Hochschulingenieur, der als Entwickler und Betreiber automatisierter elektrischer Antriebe in der Industrie tätig ist. Der Industriepraktiker hat mit dem Buch die Möglichkeit, sich effektiv in die digitalen Antriebe einzuarbeiten, als Voraussetzung für die gezielte Anwendung der Mikroelektronik/Mikrorechentechnik in der Antriebstechnik und damit der für alle Zweige der Volkswirtschaft bedeutsamen flexiblen Automatisierung. Das Buch schließt eine Lücke im Buchangebot. Es kann aufgrund seines Inhaltes und seiner gelungenen äußeren Form einem breiten Leserkreis empfohlen werden.

B 2314 *E. Kallenbach*

Projektierung von audatec-Großverbundsystemen für verfahrenstechnische Prozesse. Reihe Automatisierungstechnik, Hefte 15 A und 15 B. Von *W. Haase* und *B. Grille*. Betriebssektion der KDT des VEB GRW „Wilhelm Pieck" Teltow 1986. 137 Seiten, 51 Bilder.

Die Entwicklung der Automatisierungstechnik in der DDR wird derzeitig durch den zunehmenden Anteil von Mikrorechnerautomatisierungssystemen und deren breite Anwendung in der Volkswirtschaft bestimmt. Das mikrorechnergestützte Prozeßleitsystem *audatec* des VEB GRW Teltow ist das erste in der DDR serienmäßig produzierte CAM-System für verfahrenstechnische Prozesse.

Die aus drucktechnischen Gründen in den Teilen A und B erscheinende Broschüre vermittelt erste Erfahrungen, die bei der Einsatzvorbereitung und Realisierung des Prozeßleitsystems *audatec* für die Automatisierung in der Ausführungsform Großverbund gewonnen wurden.

Einleitend werden in einem Überblick die Systemeigenschaften des *audatec*-Systems in der Ausführungsvariante Großverbund unter dem Aspekt seiner Anwendbarkeit auf das gewählte technologische Verfahren behandelt. Nach einer kurzen Darstellung des Automatisierungsobjektes werden die Automatisierungsziele abgeleitet und der Einsatz des Prozeßleitsystems begründet.

Weiterhin werden die organisatorischen Probleme der Einsatzvorbereitung eines Großverbundsystems am Beispiel des gewählten Einsatzfalles sowie die im Rahmen der Automatisierungskonzeption zu lösenden Entwurfsprobleme beschrieben.

Abschließend wird eine Reihe von Lösungsbeispielen aus dem Anwendungsfall einer Abwasserbehandlungsanlage ausführlich und im Detail vorgestellt.

Schwerpunkte der Veröffentlichung liegen auf:

- der Darstellung der Eigenschaften und der systemtechnischen Merkmale des Prozeßleitsystems *audatec*
- dem Leistungsumfang und Dimensionierungsproblemen
- der Planungsphase als Schwerpunkt für das Systemkonzept mit dem Ziel der Effektivitätsverbesserung des Automatisierungsvorhabens
- der Darstellung der wichtigsten Arbeitsphasen der Einsatzvorbereitung, Ausführungsprojektierung und kooperativen Zusammenarbeit beim Entwurf eines *audatec*-Großverbundsystems
- der Darstellung der durch die *audatec*-Anwendung erzielbaren volkswirtschaftlichen Effekte.

Die beiden eine Einheit bildenden Hefte sind über die Betriebssektion der KDT des VEB GRW Teltow, Oderstraße 74/76, Teltow, 1530, zu einem Preis von insgesamt 16,— M zu beziehen.

B 2204 *L. Blackert*

Einführung in die Industrieroboter-Technik. Allgemeine Einsatzplanung — von der Idee bis zur Realisierung. Von *H. Heinemann*. Essen: Vulkan-Verlag Dr. W. Classen Nachf. GmbH & Co. KG 1986. 77 Seiten, zahlr. Bilder.

Der Autor gibt im Vorwort sein Anliegen wieder, eine allgemeinverständliche Einführung in das Gebiet der Industrierobotertechnik und eine Hilfe bei der Einsatzvorbereitung von Robotern zu geben. Diesem Anliegen ist das Buch gerecht geworden. Es ist leicht verständlich geschrieben und gut bebildert.

Unter Industrierobotern werden entsprechend VDI 2860 universell einsetzbare Bearbeitungsautomaten mit mehreren Achsen verstanden, deren Bewegungen frei programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind.

Es werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- technische Systemkomponenten von Robotern
- Roboter-Einsatzplanung
- wirtschaftliche Aspekte des Robotereinsatzes
- Grenzen der Roboter.

Als Anhang ist eine gut brauchbare Checkliste zur Festlegung der Aufgabenstellung, des Ist-Zustandes und der Notwendigkeit von Aufwendungen angegeben, die bei der Einsatzplanung von Robotern als zweckmäßig erscheinen.

Als nachteilig wird empfunden, daß die Texte durch Werbung unterbrochen sind, daß die Literaturangaben kein weiteres Eindringen in das Fachgebiet gestatten und daß zu vordergründig sichtbar wird, daß der Autor eine Consulting-Firma auf diesem Gebiet betreibt. Bestimmten gesellschaftlich relevanten Schlußfolgerungen des Autors kann nicht gefolgt werden.

Das Buch ist eine gute Einführung in das Fachgebiet des Robotereinsatzes, für das es in der DDR vergleichbare Bücher aus der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK gibt, die den Verhältnissen der DDR besser angepaßt und weit kostengünstiger zu erwerben sind.

B 2218 *H. Fuchs*

Bedienen von automatisierten Produktionsanlagen. 5., durchgesehene Auflage. Von *H. Nicklich*. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. 176 Seiten, 66 Bilder, 117 Übungsaufgaben. 4,90 M.

Die Technik und Technologie der automatisierten Produktion sind in starker Entwicklung begriffen. Die 5. Auflage des nun schon bekannten und nützlichen Buches paßt sich dem ebenso an wie den Forderungen des Lehrplans. Der Begriff „Technologie" dient als Leitbegriff und läßt eine breite Darstellung zu, die doch auf das Wesen eingeht und vom zu steuernden Prozeß über die Palette technischer und informationeller Arbeitsmittel in Leitbereichen und Warten bis zur Tätigkeit des Maschinisten und den maßgebenden Bedingungen und Stimulierungen reicht.

Ausgegangen wird von der allgemeinen Erläuterung der Technologie. Die der Energiewirtschaft wird näher dargestellt, gut und übersichtlich gegliedert, dabei die wesentlichen Tendenzen und Größenordnungen aufzeigend. Die Merkmale der Arbeit des Maschinisten werden aus informationeller Sicht aufgegriffen und der Bezug zur Signalidenti-

fizierung und Kodierung von Informationen hergestellt. Die Überwachungstätigkeit wird unter starker Beschränkung auf die Reaktionszeit unter Betonung der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstellen und ingenieurpsychologischer Gestaltungsaspekte umrissen. Organisationsmittel für die Arbeit des Maschinisten und Anforderungen an den Maschinisten beschließen das Buch, das 29 Literaturstellen zur Übersicht enthält, ein Blatt zur Anwendung des Internationalen Einheitensystems und ein knappes Sachwortverzeichnis aufweist.

Insgesamt wird ein in den Hauptpunkten zutreffendes Bild der Tätigkeit des Maschinisten gezeichnet, das auch in einer verständlichen Sprache angeboten wird. Die den Abschnitten zugeordneten Aufgaben sind z. T. sehr anspruchsvoll. Es ist zu fragen, ob eine noch prägnantere Aussage und Wirkung des Buches durch Beschränkung auf jene Sachverhalte erreicht werden kann, die in der Berufsausbildung vorrangig vermittelt werden müssen. Die Breite des Themas ist nicht ohne Widersprüche und Kompromisse zu bewältigen. Aber die Aufgabe, den Nachwuchs frühzeitig an die Komplexität der modernen Produktion heranzuführen, rechtfertigt ein solches Vorhaben. Die 5. Auflage ist eine gute Basis für die weiterführende berufliche Qualifizierung. B 2298 *H.-D. Klabuhn*

Expertensysteme. Nicht nur für Informatiker. Von *P. Schnupp* und *U. Leibrandt*. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1986. 137 Seiten, 31 Bilder.

Es ist schon ein überraschendes Erlebnis, ein Fachbuch fast wie ein belletristisches Werk und in einem Zug lesen zu können. Genau das widerfuhr mir bei der Lektüre des Buches „Expertensysteme" von *Schnupp* und *Leibrandt*. Es führt in sehr populärer Weise in die wissenschaftlich derzeit besonders aktuelle Thematik der wissensbasierten Systeme oder Expertensysteme ein. Es befähigt den Leser, auch den, der über keine speziell mathematisch-kybernetisch-informatische Vorbildung verfügt, an der Konzipierung von Expertensystemen in seinem Arbeitsgebiet teilzunehmen. Es erläutert die Terminologie dieses Teilgebietes der Informatik und ordnet die Dinge in den Gesamtzusammenhang ein. Dem Leser wird die Angst vor dem Gebiet genommen.

Inhaltlich wird der Bogen von der Begriffsbestimmung und den Grundkonzepten der Expertensysteme über die logische Programmierung, die Softwaretechnologie, die Problematik der Kommunikation mit Expertensystemen in natürlicher Sprache, die Komplexität von Problemen (und damit verbunden die „Rechenzeit" bis zur Problemlösung und die dabei verwendeten Methoden), die Einbeziehung der unscharfen Logik (fuzzy logic) in den Interferenzmechanismus bis hin zur 5. Computergeneration und zum GIPS-Computer als hardwaremäßige Vorzugslösungen des Expertensystemkonzepts gespannt. Dies alles wird durch plausible Bilder, geschickt gewählte und didaktisch gut aufbereitete Beispiele (nicht nur MYCIN) und vergnügliche Zitate (2 Beispiele: „Ein Weiser gibt nicht die richtigen Antworten. Er stellt die richtigen Fragen." oder „... heutzutage wird alles intelligent. Irgendwann werden Sie eine ernste Auseinandersetzung mit Ihren Gartenmöbeln haben. Sie werden sagen: ‚Warum seid ihr hier draußen im Regen? Warum seid ihr nicht ins Haus gegangen, wie ich es euch gesagt habe?'") unterstützt. Ein informativer Anhang, der ein „Kleines Lexikon der Schlagworte" und ein PROLOG-Programmierbeispiel enthält und viele Literaturhinweise runden das uneingeschränkt empfehlenswerte Buch ab.

Der Textteil des Buches endet mit dem Wunsch nach einer Neuauflage. Dabei sollten kleinere, noch vorhandene Unstimmigkeiten beseitigt werden. So hat sich z. B. gerade bei der formalen Logik ein Fehler eingeschlichen (Erklärung des Begriffs „Syllogismus" auf S. 61: das Medium ist „Waffen" und nicht „technische Produkte"). Auf S. 112 läßt sich mit $x = 49{,}5\%$ und $p = x + 1\%$ nur ein $p = 50{,}5\%$ (und nicht 51,5%) errechnen. Aber es sei betont, daß es sich dabei nur um kleine kosmetische Korrekturen handelt. Der ausgezeichnete Gesamteindruck des Buches ist davon unabhängig. B 2332 *D. Werner*

Bausteine der Automatisierungstechnik. Von einem Autorenkollektiv unter Leitung von *G. Graichen* und *H. Kolb*. Berlin: VEB Verlag Technik 1987. 368 Seiten, 342 Bilder, 47 Tafeln, 25,— M.
Bestell-Nr. 553 612 4

Das Lehrbuch ist für die Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren und Technikern auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik gedacht. Es enthält in gedrängter Form alle wesentlichen Gesichtspunkte, die einen ausgewogenen Überblick zu diesem Gebiet ermöglichen. Es ist gegliedert in: Allgemeine Grundlagen, Bauelemente der Automatisierungstechnik, Funktionselemente der Automatisierungstechnik. Die Gliederung ist klar und logisch, die Textdarstellung kurz, prägnant und übersichtlich. Zahlreiche Bilder und Tafeln ergänzen den Text. Mathematisch-physikalische Ableitungen, Ersatzschaltungen und andere theoretisch fundierte Hilfsmittel zur Beschreibung von Funktion und Wirkungsweise wurden nur sehr sparsam verwendet. Elektronische/mikroelektronische Bauelemente und Funktionselemente bilden den Schwerpunkt, konventionelle Funktionseinheiten der Mechanik, Hydraulik und Pneumatik werden entsprechend ihrer praktischen Bedeutung dargestellt. Die durchweg moderne Darstellungsweise folgt der üblichen Reihenfolge: Informationsgewinnung (Bausteine der Meß- und Prüftechnik), Informationsverarbeitung (Signalverarbeitung, Interface, Informationsspeicherung), Informationsnutzung (Stelleinrichtungen, Stromversorgung, elektrische Antriebe, Steuerungssysteme). Wichtigster Grundsatz der Autoren war, dem Anwender der Automatisierungstechnik das notwendige Grundwissen zum Betriebsverhalten und zum Einsatz typischer Bauelemente und Bausteine zu vermitteln. Die anwendungsorientierte Darstellung des Stoffes wird diesem Grundsatz gerecht. Um in jedem Falle den sachgerechten Einsatz der beschriebenen Bau- und Funktionselemente vorzubereiten, ist in den meisten Fällen aber tiefergehendes Wissen erforderlich. In der angegebenen Fachliteratur findet der Leser dazu weitere Hinweise.

Das Buch richtet sich an Studierende der Ingenieurschulen, wird aber mit Sicherheit auch das Interesse der Fachkräfte in der Industrie finden, die sich mit modernen mikroelektronischen Bausteinen der Automatisierungstechnik vertraut machen wollen.

B 2320 *W. Fritzsch*

Detection of Abrupt Changes in Signals and Dynamical Systems. Von *M. Basseville* und *A. Benveniste*. Berlin/Heidelberg/New York/Tokio: Springer-Verlag 1986. 373 Seiten, 78 Bilder, 8 Tafeln.

Das Buch enthält die Beiträge, die auf der Internationalen Konferenz über die Erkennung plötzlicher Änderungen in Signalen und in dynamischen Systemen vorgestellt wurden. Diese Konferenz fand vom 21. bis 22. März 1984 in Paris statt. Die einzelnen Beiträge wurden z. T. überarbeitet und durch drei zusätzliche Arbeiten ergänzt. In der Einleitung wird die Problemstellung erläutert, und es werden die verschiedenen Lösungsmethoden vorgestellt.

Der erste Teil (Kap. 1 bis 3) beschäftigt sich mit der Erkennung von plötzlichen Änderungen in Signalen und Systemen, die sich in den Meßwerten in linearer Form abbilden. Hier werden die On-line-Erkennung von Sprüngen im Mittelwert, die Erkennung plötzlicher Änderungen in dynamischen Systemen und die Anwendung der hierfür entwickelten Methoden zur Verarbeitung von geophysikalischen Daten betrachtet.

Im zweiten Teil (Kap. 4 bis 9) wird die Erkennung plötzlicher Änderungen in Signalen und Systemen bei nichtlinearen Veränderungen in den Meßwerten gezeigt. Nach einem Überblick über die dazu bisher bekannten Methoden werden Off-line-, On-line-, sequentielle und robuste Verfahren zur Erkennung von sprunghaften Änderungen beschrieben.

Der dritte Teil (Kap. 10 bis 12) enthält einige Anwendungen der entwickelten Methoden. Hier wird die Auswertung von Elektrokardiogrammen, von Sprachsignalen und von seismischen Signalen betrachtet.

Das Buch wendet sich an Ingenieure und Mathematiker, die sich mit den neueren Erkenntnissen auf dem Gebiet

der Erkennung von plötzlichen Änderungen in Signalen und Systemen beschäftigen. Vom Leser werden dabei Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Systemtheorie, der mathematischen Statistik und der Wahrscheinlichkeitstheorie verlangt. Wegen des breiten Spektrums der behandelten Problemstellungen, der anschaulichen Beispiele und der teilweise sehr umfangreichen Literaturzusammenstellung am Ende der einzelnen Beiträge ist das Buch eine wertvolle Informationsquelle für den interessierten Leser.

B 2211 *G. Bretthauer*

Grundlagen der Systemvorhersage. Von *V. L. Gorelova* und *E. N. Mel'nikova*. Moskau: Vysšaja škola 1986. 287 Seiten, 38 Bilder, 2 Tafeln.

Grundvoraussetzung für die Entscheidungsfindung unter Unbestimmtheit ist neben der Kenntnis der Vergangenheit die Kenntnis der Zukunft, d. h. der zukünftigen Entwicklung des Systems unter den gegebenen Bedingungen und den in der Zukunft zu erwartenden Einflußgrößen aus der Umwelt. Das begründet die Bedeutung einer Prognostik, deren erfolgreiche Anwendung jedoch ein Systemherangehen voraussetzt.

Die Autoren des vom sowjetischen Hochschulministerium als Lehrbuch bestätigten Buches widmen sich diesem Anliegen. Dabei begründen sie ausführlich die Notwendigkeit eines Systemherangehens an die Vorhersage und entwikkeln davon ausgehend methodologische Prinzipien der Systemvorhersage. Ausführlich behandeln die Autoren methodologische Grundlagen der Entwicklung von Vorhersagesystemen, wobei der Modellierung der Dynamik, der Systembildung und der Abbildung der Struktur die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Ausgehend von einer allgemeinen Vorhersageprozedur wird der Prozeß der Erarbeitung einer Vorhersage von der Einschätzung der Ausgangsinformation über die Modellbildung bis hin zur Verifizierung der Vorhersage untersucht. Ein umfangreiches Kapitel ist den eigentlichen Vorhersagemethoden gewidmet. Dieses Kapitel genügt aber weniger dem Anspruch einer Vermittlung von Fertigkeiten zur Anwendung dieser Methoden (schon aufgrund fehlender Anwendungsbeispiele aber auch der Art der Darlegung). Vermittelt wird vielmehr ein Überblick über subjektiv ausgewählte Verfahren. Bemerkenswert ist dabei die Aufmerksamkeit, die solchen modernen Problemen, wie Anwendung von Spline-Funktionen und der Katastrophentheorie, geschenkt wird. Den Abschluß bilden Darlegungen zur Vorhersage in der Leitung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

B 2307 *J.-A. Müller*

Projektierung von Automatisierungsanlagen mit dem Prozeßleitsystem audatec. Von *H. Franke, H. Kindermann* und *W. Müller*. Reihe Automatisierungstechnik, Heft 13. Betriebssektion der KDT und Hauptabteilung Anlagenprojektierung Chemie des VEB GRW „Wilhelm Pieck" Teltow 1986. 86 Seiten, 24 Bilder, 8.— M.

Mit der Einbeziehung der Mikroelektronik in die Prozeßautomatisierung haben sich Struktur, Funktionsbreite und Zuverlässigkeit der Automatisierungssysteme verändert.

Die sich verändernden Strukturen der Automatisierungssysteme mit den neuartigen Möglichkeiten der Prozeß- und Systemkommunikation haben folglich erhebliche Auswirkungen auf den Inhalt und auf die Methodik der zu erarbeitenden Projektdokumentation. In dieser Broschüre werden die Schwerpunkte des Projektierungsablaufes des im VEB GRW Teltow entwickelten Prozeßleitsystems *audatec* dargelegt und die vom Automatisierungsanlagenbau zu erarbeitende Projektdokumentation erläutert. Im Rahmen der Beschreibung des Ausführungsprojektes werden die

- Ausrüstungsdokumentation
- Strukturdokumentation
- Erzeugung objektabhängiger Datenträger am Strukturierarbeitsplatz

ausführlich behandelt. Damit verfügen Auftraggeber und Projektanten über ein Hilfsmittel, das ihnen die einzelnen Leistungsabschnitte in Auswertung erster Einsatzfälle zeigt und erläuternde Hinweise zu Inhalt und Methodik der Einsatzvorbereitung gibt.

Die Broschüre kann über die Hauptabteilung Forschungsstrategie und -ökonomie des VEB GRW „Wilhelm Pieck" Teltow oder über die Betriebssektion der KDT, Oderstraße 74—76, Teltow, 1530, zum obengenannten Preis bezogen werden.

B 2221 *L. Blackert*

Praktische Mathematik für Anwender von Personal-Computern. Eine Einführung in numerische Berechnungsmethoden. Von *N. Eicher* und *V. Schnauder*. Sindelfingen: expert verlag GmbH 1986. 145 Seiten, zahlreiche Bilder.

Die gegenwärtig zunehmende Verbreitung von Personalcomputern setzt einen immer größeren Kreis von Nutzern in die Lage, die maschinelle Lösung anfallender komplexerer mathematischer Probleme selbst in Angriff zu nehmen. Dazu ist es sehr zu begrüßen, wenn der Zugang zu entsprechender Software erleichtert wird. Diesem nützlichen Zweck dient der vorliegende Band aus der Feder erfahrener Spezialisten.

Dabei interessiert es zum einen, inwieweit es gelungen ist, eine repräsentative Auswahl typischer mathematischer Grundprobleme zu treffen. Behandelt werden nach einer methodischen Einführung und Übersicht das Lösen von Gleichungen durch iterative Nullstellenbestimmung, das Lösen von Matrizengleichungen nach dem Gauß-Seidel-Verfahren, das Invertieren von Matrizen, das Bearbeiten von Eigenwertproblemen, die Interpolation von Wertefolgen durch Polynome, das numerische Differenzieren und Integrieren sowie das Lösen von (gewöhnlichen) Differentialgleichungen. Damit wird zwar ein begrenzter Teil der Möglichkeiten, die die numerische Mathematik bietet, getroffen, jedoch erscheint die Auswahl sehr gelungen. Von Vorteil ist hierbei, daß die Darstellung so angelegt ist, daß jedes Sachgebiet unabhängig von den übrigen studiert werden kann.

Der Wert eines solchen Buches wird zum zweiten nach dem Grad der Aufbereitung zu beurteilen sein, der die Nutzerfreundlichkeit und Langlebigkeit bestimmt. Hierzu kann den Autoren bescheinigt werden, daß ihnen eine ausgewogene Darstellung gelungen ist. Nach knapper Bereitstellung der numerisch-mathematischen Grundlagen, bei der jeweils unmittelbar auf ein bewährtes Lösungsverfahren orientiert wird, erfolgt die Darlegung des Algorithmus (Struktogramm), die Angabe des zugehörigen Rechnerprogramms (Programmlisting) sowie die Erläuterung anhand eines einfachen Beispiels. Zur Befriedigung weitergehender Interessen wird auf ein sparsam ausgewähltes Spezialschrifttum verwiesen. Die Rechenprogramme werden mit Rücksicht auf den Benutzerkreis in BASIC erstellt, wobei eine Version für den Apple IIa unter APPLEDOS 3.3 zugrunde gelegt wurde. Eine Umsetzung auf andere BASIC-Dialekte ist leicht möglich.

Resümierend kann man das Vorhaben der Verfasser — Mathematiker und Ingenieur — als voll geglückt bezeichnen. Bei dem bestehenden Bedarf an solcherart echter Unterstützung dürfte der Band einen regen Zuspruch finden.

B 2195 *W. Weller*

Praktische Dialogoptimierung. Reihe „Angewandte Optimierung in der Wirtschaft". 4. Auflage. Von einem Autorenkollektiv. Dresden 1986. 85 Seiten. 2,45 M.

Im Mittelpunkt dieser von 9 Autoren aus Universitäten und strukturbestimmenden Kombinaten verfaßten Broschüre stehen die Vorbereitung und die Gestaltung von rechnergestützten Arbeitsplätzen bis hin zur Entwicklung von CAD/CAM-Systemen und computergestützter Planung CAP in den Kombinaten sowie neueste Forschungsergebnisse und Anwendererfahrungen. Sie ergänzt die inzwischen reiche, aber einseitige Literatur zu Mensch-Maschine-Dialogsystemen.

Im ersten Kapitel werden, ausgehend von einer Einschätzung der prinzipiellen Möglichkeiten der dialogorientierten arbeitsplatznahen Nutzung der Rechentechnik, die Produktionsplanoptimierung mittels Bildschirmdialog bei Einsatz dezentraler und zentraler Rechentechnik im Maschinenbau, die Dialogsysteme zur Optimierung des Materialzuschnitts mit Arbeitsplatzcomputern in der Möbelindustrie sowie ein in einer Reihe von Kombinaten realisiertes, nachnutzbares CAP-Projekt des Re-

produktionsprozesses in seiner Gesamtheit vorgestellt.
Im zweiten Kapitel wird die an der Karl-Marx-Universität Leipzig entwickelte Dialogversion der ESER-Software PP OPSI-Dialog behandelt. Diese Software erweitert das vom Kombinat Robotron angebotene Programmiersystem „Optimierung mittels Simplextechnik" OPSI-2 durch eine Dialogkomponente und unterstützt die praktische Planoptimierung.
Anschließend wird das dialogorientierte Softwareangebot des Kombinates Robotron auf dem Gebiet der mathematischen Methoden vorgestellt.
Aus den Erfahrungen bereits realisierter Dialogsysteme unter Nutzung von Optimierungsmodellen werden richtungsweisende Schlußfolgerungen gezogen, die potentiellen Anwendern eine maßgebliche Orientierung sein können.
Im abschließenden dritten Kapitel geben die Autoren einen Überblick über neueste Literaturquellen einschließlich zugänglicher Publikationen zur Dialogsoftware und aktuellster Hochschularbeiten zum Thema. Der Leser erhält dadurch die Möglichkeit zum zeitökonomischen Vergleich des nationalen und internationalen Standes.
Wie in den vorausgegangenen Bänden der Reihe erfolgen auch hier Hinweise zu Weiterbildungssystemen, Studienmaterialien, Applikationsschriften und Trainingsprojekten.
Die Reihe „Angewandte Optimierung in der Wirtschaft" ermöglicht die Veröffentlichung von Forschungs- und Applikationsergebnissen jeweils zu einem thematischen Schwerpunkt ohne nennenswerten Zeitverzug und hat damit bereits breite Resonanz und Anerkennung an wissenschaftlichen Einrichtungen, in Betrieben und Kombinaten gefunden.

B 2128 *G. Peißker*

Stochastic Differential Systems. Proceedings of the 3rd Bad Honnef Conference, June 3—7, 1985. Herausgeber: *N. Christopeit, K. Helmes* und *M. Kohlmann.* Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1986. 372 Seiten.

An der dritten Arbeitskonferenz in Bad Honnef beteiligten sich 66 Wissenschaftler aus den Ländern Belgien, BRD, Kanada, ČSSR, England, Frankreich, Israel, Italien, Japan, Niederlande, Österreich, VR Polen, Portugal, Schweiz, UdSSR, USA. Der Tagungsband enthält 33 Beiträge, alphabetisch geordnet nach dem Familiennamen des jeweils erstgenannten Verfassers. Inhaltlich ging es um die mathematische Theorie der stochastischen optimalen Steuerung, der Filterung und der stochastischen Analyse. Besonders betont wurde die Verbindung zwischen Wahrscheinlichkeitstheorie und Quantenphysik. Zur Erläuterung einige Schlagworte aus dem einleitenden Hauptvortrag von *S. Albeverio*/Bochum (BRD): Dirichletsche Quantenmechanik, verallgemeinerte globale Markovsche Felder, stochastische Schrödinger-Operatoren, Polymere und Quantenfelder, Eichfelder. Die meisten Beiträge widerspiegeln aktuelle Forschungsergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und ausgewählter Teilgebiete der modernen theoretischen Physik. Hier kamen seit langem wohlbekannte Spezialisten zu Wort: *A. V. Balakrishnan, A. Bensoussan, N. Ikeda, H. J. Kushner, P. L. Lions, A. V. Skorokhod, K. Yasue, J. Zabczyk* u. a.
Nur wenige Aufsätze des Bandes tangieren automatisierungstechnische Fragestellungen. Dazu gehören der Beitrag von *R. K. Boel* und *J. H. van Schuppen* (Overload control for "Stored Program Control" telephone exchanges) und der Beitrag von *P. S. Maybeck* (Adaptive tracking of dynamic airborne vehicles based on forward looking infrared image plane intensity data).

B 2235 *K. Reinschke*

Vorhersage sozial-ökonomischer Prozesse. Von *V. N. Cygicko.* Moskau: Finansy i statistika 1986. 207 Seiten, 10 Bilder.

Die Vielfalt gesellschaftlicher Erscheinungen, die Veränderung in den Beziehungen und in der Dynamik der Prozesse, die hohe Unbestimmtheit sozialer Prozesse u. a. führen dazu, daß die Vorhersage der Entwicklung sozial-ökonomischer Prozesse äußerst kompliziert und schwer realisierbar ist. Auf der Suche nach konstruktiven Prinzipien und praktikablen Methoden bildet sich nach Auffassung des Autors eine neue Wissenschaftsdisziplin heraus, die Systemforschung, die die wissenschaftlichen, technischen und organisatorischen Aufgaben und Methoden bei der Beherrschung komplizierter Objekte integriert anwendet.
Das Buch ist nach Einschätzung von Akademiemitglied Gvišiani, der das Vorwort schrieb, eine der wenigen Publikationen, in der durchgängig der Systembetrachtung von der Problemstellung über konstruktive Systemprinzipien und praktische Methoden der Vorhersage bis zur Organisation der interdisziplinären Forschung die notwendige Aufmerksamkeit gewidmet wird. Dabei kommen Erkenntnisse und Ergebnisse der Philosophie, der allgemeinen Systemtheorie, Ökonomie, Soziologie, Linguistik, Informationstheorie, Entscheidungstheorie, Kybernetik u. a. zur Anwendung. Die im Buch entwickelte Methodologie des Systemherangehens und der Erstellung von Szenarien erlangt über den sozial-ökonomischen Bereich hinaus Bedeutung.

B 2305 *K.-H. Winter*

Lehrbuch der Hochfrequenztechnik. Band 1: Hochfrequenzfilter, Leitungen, Antennen. 3., neubearb. und erweiterte Auflage. Herausgeber: *O. Zinke* und *A. Vlcek.* Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1986. 427 Seiten, 373 Bilder.

Die Hochfrequenztechnik hat in den letzten Jahren z. T. etwas im Schatten der Mikroelektronik und Mikrorechentechnik gestanden. Ganz sicher zu Unrecht, wenn man nur daran denkt, daß die Fortschritte der weltweiten Kommunikation, die Raumfahrt mit ihren Problemen der Ortung, Navigation und Fernerkundung, die kernphysikalische Forschung und vieles andere ohne die Nutzung hochfrequenter elektromagnetischer Felder undenkbar sind. Aber auch die Rechentechnik und andere z. Z. im Brennpunkt des Interesses stehende „digitale" Disziplinen benötigen wegen der Zunahme der Arbeitsgeschwindigkeiten immer häufiger Methoden und Ergebnisse der Hochfrequenztechnik zur Sicherstellung eines störungsfreien Betriebes der Anlagen. Effektive Leitungsgestaltung, Abschirmung und Widerstandsanpassung sollen hier als Schlagworte genügen. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß nunmehr das bekannte Standardwerk „Zinke/Brunswig" in neuer Fassung vorliegt. Durch eine gründliche Überarbeitung und Ergänzung ist es gelungen, auch die neueren Anwendungen zu erfassen. Als Beispiele seien genannt: Daten und Eigenschaften verschiedener Streifen- und Schlitzleitungen, Transformatoren in Streifenleitungstechnik, Hohlleiterrichtkoppler, akustische Oberflächenwellenfilter Lichtwellenleiter.
Das Buch behandelt in der bewährten theoretisch fundierten Weise vor allem die Methoden zur Untersuchung und Berechnung von Koaxial- und Streifenleitungen als Übertragungsmedium, Transformatoren, Filtern und Richtkopplern, die feldmäßige Darstellung der Ausbreitung längs Wellenleitern einschließlich Hohlleiter und Lichtwellenleiter und zum Schluß die Berechnung der verschiedenen Antennen. Wegen seines grundlegenden Charakters wird dieses Buch nicht nur als Lehrbuch, sondern vor allem auch als Arbeitsbuch jedem Fachmann, der hochfrequenztechnische Probleme zu lösen hat, ein ausgezeichnetes Hilfsmittel sein.

B 2209 *P. Vielhauer*

Elektronik. Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure. Von *Ch. Weddigen* und *W. Jüngst.* Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag 1986. 298 Seiten, 240 Bilder.

Das Lehrbuch ist aus Vorlesungen für Physikstudenten entstanden und ist weniger tiefgehend theoretisch als vielmehr praktisch ausgelegt. So werden Berechnungsverfahren und Grundregeln nicht allgemein abgeleitet, sondern an konkreten Beispielen demonstriert, Schaltungsbeispiele werden unter Einbeziehung industrieller Typen von Bauelementen und integrierter Schaltungen veranschaulicht. Die innere physikalische Funktion der Halbleiterbauelemente wird vorausgesetzt, es werden Berechnungsverfahren von Netzwerken und Funktionsweisen von typischen Halbleiterschaltungen der Elektronik im Analog- und Digitalbetrieb beschrie-

ben. Technologische Probleme und Entwurfsaufgaben (z. B. Besonderheiten des Layout-Entwurfs integrierter Schaltungen), mit denen die Elektroniker in zunehmendem Maße auch konfrontiert werden, werden ausgeklammert. Diese bewußte Einschränkung, die auch im Untertitel „Einführung" zum Ausdruck kommen soll, erlaubt es, die angebotene Vielseitigkeit elektronischer Schaltungen in einem Umfang von etwa 300 Seiten zu erfassen.

In den ersten Abschnitten werden lineare Netzwerkelemente und einige wichtige Berechnungsverfahren von Netzwerken bei Gleichstrom, Wechselstrom und Impulsanregung betrachtet. In die Netzwerkelemente wird neben R, L, C, Spannungs- und Stromquelle auch das Koaxialkabel einbezogen, das in den stark praxisorientierten Beispielen als Verzögerungselement Anwendung findet. Als Beispiel der Anwendung der Spannungsteilerregel wird der frequenzkompensierte Spannungsteiler und bei Schaltverhalten werden u. a. Differenzier- und Integrierglieder untersucht.

Daran schließen sich die Betrachtung diskreter Halbleiterbauelemente (Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor), deren Grundschaltungen und typische Funktionsschaltungen (Kippschaltungen, Impedanzwandler, Stromspiegel usw.) an. Berechtigterweise erhalten der Operationsverstärker und seine Anwendung in verschiedener Form einen angemessenen Umfang. Hier werden auch der Gyrator und aktive Filter einbezogen.

Der letzte Teil enthält Grundlagen der digitalen Elektronik (Schaltalgebra, Logikfamilien, digitale Rechenschaltungen, Zählerschaltungen, Schieberegister, Speicher, Signalumsetzer u. a.). Dabei werden sowohl Prinzipschaltungen betrachtet als auch an Hand konkreter Beispiele handelsüblicher integrierter Schaltungen mit Dimensionierungs- und Pegelangaben die Funktionsweisen beschrieben.

Der Text ist klar und prägnant gefaßt. Eine hier und da wohl wünschenswerte größere Ausführlichkeit der Erklärungen und Begründungen hätte bei der Vielfalt den Rahmen des Buches gesprengt. Pädagogisch interessant sind die vielen vorgeschlagenen Experimentierbeispiele „Do it yourself".

Das Buch gibt Lernenden einen guten Ein- und Überblick und dient auch Entwurfsingenieuren als Nachschlagwerk. B 2206 *K. Lunze*

Elektrofljuidnye preobrazovateli (Elektrofluidische Wandler). Von *V. S. Nagornyj*. Leningrad: Sodostroenie 1987. 252 Seiten, 93 Bilder, 2 Tafeln.

An Systeme der Schiffsautomatik wird eine Vielzahl von Forderungen, wie minimale Abmessungen und Masse, maximaler Wirkungsgrad und Geschwindigkeit sowie insbesondere bequeme Anwendung der Mikrorechentechnik, gestellt. Diesen Anforderungen genügen elektrohydraulische und elektropneumatische Steuerungssysteme weitgehend, worauf sich ihre breite Anwendung in der Schiffstechnik begründet.

Die Erfahrungen mit derartigen Automatisierungssystemen zeigen jedoch, daß in den elektropneumatischen und elektrohydraulischen Systemen die traditionellen elektropneumatischen, elektrohydraulischen, pneumoelektrischen, hydroelektrischen Wandler der Signalenergie mit beweglichen mechanischen Elementen äußerst unzuverlässig sind. Sie haben eine ungenügende Geschwindigkeit, nichtlineare statische Kennlinien und sind neben unzulässig großen Abmessungen und Kosten auch noch aus konstruktiver und technologischer Sicht kompliziert.

Das in der Monografie entwickelte Prinzip der elektrofluidischen Wandlung von elektrischen Signalen in pneumatische oder hydraulische und umgekehrt beruht auf der Ausnutzung der Coulombschen Kräfte, die auf Molekularniveau durch anliegende starke elektrische Felder erzeugt werden. Auf diese Weise lassen sich jegliche beweglichen mechanischen und elektromechanischen Elemente bei der Signalumwandlung umgehen.

Das Buch behandelt nicht nur die Entwicklung, Analyse, Projektierung und Berechnung derartiger Wandler (einheitliche methodologische Grundlage für die Berechnung der statischen und dynamischen Kenngrößen sind Gleichungen der Elektrodynamik und -statik), sondern erfaßt auch umfangreiche Probleme bei ihrer Herstellung und ihrem praktischen Einsatz.

B 2300 *J. Peters*

Engineering Optics. Von *K. Iizuka*. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer-Verlag. 489 Seiten, 385 Bilder.

Band 35 der Springer Series in Optical Sciences ist ein sehr anschaulich gestaltetes Fachbuch der Technischen Optik.

In 15 Kapiteln behandelt der Autor Geschichte der Optik, Mathematik zur Beschreibung von Wellen, Grundlagen der Beugung, praktische Anwendung der Beugungstheorie, geometrische Optik, Linsen, schnelle Fourier-Transformation, Holografie, experimentelle Verfahren zur Herstellung von Hologrammen, Analyse optischer Systeme im räumlichen Frequenzbereich, optische Signalverarbeitung, Anwendung der Mikrowellen-Holografie, faseroptische Nachrichtenübertragung, Elektro- und Akusto-Optik sowie integrierte Optik.

Die unterschiedlichsten Beugungsbilder werden konsequent als Fourier-Transformierte der Quellen aufgefaßt. Zahlreiche praktische Beispiele erleichtern das Verständnis. Darüber hinaus wird gezeigt, daß bei der schnellen Fourier-Transformation weder die rein analogen, noch die rein digitalen Verfahren zu empfehlen sind. Bei Computer-Holografie und Computer-Tomografie führen hybridtechnische Verfahren schneller zum Ziel. Der Autor hegt im Vorwort den Wunsch, daß durch die beschriebenen praktischen Beispiele die Leser zur Entwicklung neuer Technik angeregt werden. Dem gleichen Ziel dienen Übungsaufgaben zum Abschluß der Kapitel. Bei zukünftigen Auflagen sollten auch die Lösungen der Übungsaufgaben in das Buch aufgenommen werden. Die zitierte umfangreiche Literatur erleichtert die Einarbeitung in die neueren Gebiete.

Das Buch wurde für die physikalische und technische Ausbildung an Universitäten und Hochschulen geschrieben. Es ist aber Ingenieuren in Forschungseinrichtungen und in der Industrie für die Weiterbildung und als Nachschlagewerk am Arbeitsplatz ebenfalls bestens zu empfehlen. B 2208 *D. Hofmann*

Prüfungsfragen zum VDE-Vorschriftenwerk. Band 1: DIN VDE 0100/0106/0298. Von *H. W. Kahnau, G. Springer* und *H. Wiedemann*. Sindelfingen: expert verlag GmbH 1986. 244 Seiten.

Der Band soll vor allem der Vertiefung der bestehenden Vorschriften und zur Vorbereitung auf Prüfungen von Auszubildenden in der Industrie an Meister-, Techniker- und Ingenieurschulen der BRD dienen. Die Fragen-Antworten-Sammlung stellt außerdem ein willkommenes Hilfsmittel für Prüfer sowie ein systematisch nach Normen geordnetes Nachschlagewerk zur Auslegung der VDE-Bestimmungen dar.

Das Buch behandelt und leitet, streng nach Einzelabschnitten der Originalbestimmungen orientiert, über 1100 Prüfungsfragen zu den folgenden VDE-Bestimmungen ab:

- DIN VDE 0100 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V"
- DIN VDE 0106 „Schutz gegen elektrischen Schlag"
- DIN VDE 0298 „Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen".

Im ersten Bereich werden Prüfungsfragen zur Errichtung elektrotechnischer Anlagen, zu eingesetzten Betriebsmitteln und notwendigen Berechnungsmethoden gestellt und dazu präzise Antworten gegeben. Der Teil zum Schutz gegen elektrischen Schlag gibt die Klassifizierung von Betriebsmitteln für die festgelegten Schutzbereiche an und erläutert die Möglichkeiten, Betriebsmittel in der Nähe berührungsgefährlicher Teile anzuordnen. Im Abschnitt VDE 0298 werden dagegen allgemeine Fragen zur Auswahl, Auslegung und Installation von Kabeln und isolierten Leitungen bis 30 kV behandelt und ausführlich beantwortet.

Der vorgestellte Prüfungsband kann als Kommentierung der gültigen BRD-Vorschriften verwendet werden.

B 2187 *H. Kloust*

KURZFASSUNGEN

Richter, Wo.; Richter, We.:

Meßwertvorverarbeitung in Sensorsystemen mit Hilfe der Theorie über Fraktale

msr, Berlin 31 (1988) 4, S. 146–149

Bei fortschreitender Zunahme von Stoff- und Energiedichten sowie Transportgeschwindigkeiten in stoffwandelnden Prozessen ist es sinnvoll, Prozeßmessungen im Rahmen von automatischen Steuerungen auch im mikroskopischen Bereich von Stoffwandlungen an verfahrenstechnischen Objekten wie Tropfen Blasen, Körnern usw. durchzuführen. Als Ausgangssignalverläufe entsprechend kleiner und schneller Sensorelemente ergeben sich impulsartige, „gezackte" Zeitfunktionen, die im Sinne der stochastischen Geometrie als sogenannte fraktale Folgen aufgefaßt und ausgewertet werden.

Hofmann, Th.; Bergmann, J.:

Informationsflußorientierte Darstellung auf Wartenbildschirmen — eine Möglichkeit zur Verbesserung der Mensch-Anlagen-Kommunikation

msr, Berlin 31 (1988) 4, S. 153–155

Bei der Informationsdarstellung auf Wartenbildschirmen sind die Möglichkeiten für eine flexible und dynamische Darstellung zu nutzen. Nicht die technologische Anlage, sondern die bei der Aufgabenerfüllung benötigten Überwachungs-, Orientierungs- oder Eingriffshilfen sollen im Mittelpunkt der Informationsdarstellung stehen. Dazu werden die qualitativen Prozeßzusammenhänge zu den konkreten Arbeitsaufgaben in Beziehung gebracht und ein Informationsflußschema abgeleitet, daß unter Verwendung psycho-physiologischer Gestaltungsregeln in konkrete Überwachungs-, Orientierungs- und Eingriffsbilder umgesetzt wird. Untersuchungsergebnisse zeigen, daß diese Darstellungsform wesentliche Kommunikationsverbesserungen vor allem in den Diagnose- und Handlungsplanungsphasen des Wartenfahrers ermöglicht.

Arnold, L.; Michall, U.:

Programmsystem zur adaptiven Objekterkennung mit dem Mikrorechner

msr, Berlin 31 (1988) 4, S. 158–161

Es wird ein Programm beschrieben, das auf einem Gerätesystem mit K 1520 implementiert ist und eine möglichst schnelle Klassifikation vorgelegter Objekte anstrebt. Dazu wird nach dem Anlernen der Repräsentanten ein angepaßter Klassifikator generiert, der aus der Gesamtheit zur Verfügung stehender Merkmale diejenigen auswählt, die am einfachsten und am schnellsten zur Entscheidung führen.

Wolf, J.; Engshuber, M.:

Zur Festlegung der minimalen Steuerelemente für Transport- und Speicheranlagen

msr, Berlin 31 (1988) 4, S. 162–164

Zur Verteilung der Produktströme werden an Verzweigungen der Transportwege Schaltglieder (Schieber, Klappen, Weichen usw.) eingesetzt. Über die Analyse der Struktur der Produktionsanlage und deren Aufgaben wird eine Möglichkeit zur Minimierung der Elemente zur Steuerung dieser Schaltglieder an einem Beispiel erläutert.

Schäbe, H.:

Meßwertauswertung mit dem Programmsystem RESY

msr, Berlin 31 (1988) 4, S 164–167

Das Programmsystem RESY ist geeignet, bei Vorliegen nichtgaußscher Meßwertverteilungen den Verteilungstyp (parametrisches Modell) auszuwählen und mit diesem parametrischen Modell die Daten statistisch auszuwerten. Wichtige Informationen über die Verteilung erhält man ebenfalls mit Hilfe der nichtparametrischen Auswertung, die selbst dann nicht versagt, wenn komplizierte Modelle, wie Mischverteilungen, vorliegen.

Winkler, W.:

Fehlererkennung bei inkrementalen Positionsgebern

msr, Berlin 31 (1988) 4, S. 173–174

In der Meßtechnik werden zunehmend inkrementale Geber zur Positionserfassung eingesetzt. Deren Funktion sowie die Übertragung der erzeugten Impulse muß störungsfrei erfolgen, dennoch auftretende Störungen sollten möglichst weitgehend erkannt werden. Dazu wird eine elektronische Schaltung vorgestellt, deren Entwicklung aus einem Zustandsgraphen erfolgt. Die Aufstellung des Zustandsgraphen wird erläutert.

РЕЗЮМЕ

Richter, Wo.; Richter, We.:

Предварительная обработка измеряемых величин в сенсорных системах с помощью теории о фракталях

msr, Berlin 31 (1988) 4, стр. 146–148

При растающем повышении плотностей веществ и энергии, а также скоростей транспорта в процессах, преобразующих вещества целесообразно проведение измерений процессов в рамках автоматических управлений также и в микроскопическом диапазоне преобразований веществ на технологических объектах, как каплях, доменах, зернах и т.д. Как кривые выходных сигналов небольших и быстрых сенсорных элементов получаются импульснообразные ,,зубчатые" временые функции, которые в смысле стохастической геометрии понимаются и оцениваются как так-называемые фрактальные последовательности.

Hofmann, Th.; Bergmann, J.:

Изображение на щитовых экрапах, ориентированное на потоки информации, — одна возможноеть улучшения коммуникации человек — установки

msr, Berlin 31 (1988) 4, стр. 153–155

При изображении информации на щитовых экранах необходимо использовать возможности гибкого и динамического изображения. Не технологическая установка, а необходимые при выполнении задачи пособия контроля, ориентирования или прерывания должны находиться в центре изображения информации. Для этого, связи качественных процессов ставятся в отношение с конкретными рабочими задачами и выведена схема потока информации, которая превышается в конкретные изображения контроля, ориентирования и прерывания при применении психо-физиологических правил оформления. Результаты исследования показывают, что эта форма изображения обеспечивает важные улучшения коммуникации, прежде всего в этапах диагноза и планирования действий оператора щита.

Arnold, L.; Michall, U.:

Программная система адаптивного распознавания объекта с помощью микровычислителя

msr, Berlin 31 (1988) 4, стр. 158–161

Описана программа, которая имплементирована на приборной системе с К 1520 и стремится к по возможности быстрой классификации представленных объектов. Для этой цели, после обучения репрэзентантов генерируется приспособленный классификатор, который из общества находящихся в распоряжении свойств выбирает те, которые самым простым и быстрым образом приводят к решению.

Wolf, J.; Engshuber, M.:

Об определении минимальных управляющих элементов для установок транспорта и хранения

msr, Berlin 31 (1988) 4, стр. 162–164

Для распределения потоков продуктов на разветвлениях транспортных путей применяются переключающие звенья [затворы, клапаны, стрелки и т. д.]. Через анализ структуры производственной установки и ее задач пояснена возможность минимизации элементов управления этих переключающих звеньев на одном примере.

Schäbe, H.:

Оцепка измеряемых значений при помощи программной системы RESY

msr, Berlin 31 (1988) 4, стр. 164–167

Программная система RESY пригодна при наличии негауссового распределения измеряемых значений выбирать тип распределения [параметрическая модель] и при помощи этой параметрической модели проводить статичстическую оценку данных. Важные информации о распределении получают также с помощью непараметрической оценки, которая даже тогда не отказывается, когда имеются сложные модели, как например смешанные распределения.

Winkler, W.:

Распознавание ошибок при инкрементальных позиционных датчиках

msr, Berlin 31 (1988) 4, стр. 173–174

В изметрительной технике в растающей мере применяются инкрементальные датчики для регистрации позиции. Их функция, а также передача полученных импульсов должны происходить без помех; если независимо от этого все-таки возникают помехи, то они должны быть широко распознаны. Для этой цели представлена электронная схема, разработка которой вытекает из графа состояния. Разработка графа состояния поясняется.

SUMMARIES

Richter, Wo.; Richter, We.:

Measurement Value Preprocessing in Sensor Systems by Means of the Theory of Fractals

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 146—149

With the increase of material and energy densities as well as transport velocities in material transforming processes it is reasonable to carry out process measurements within the scope of automatic controls also in the microscopical domain of material transformations of technological objects such as drops, bubbles, grains etc. The output signals of correspondingly small and fast sensor elements are impulse-like indented time functions which in the sense of stochastic geometry can be considered and evaluated as so-called fractal sequences.

Hofmann, Th.; Bergmann, J.:

Information Flow-oriented Representation on Control Room Displays — a Possibility for Improving the Man-Plant Communication

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 153—155

The facilities for flexible and dynamic representation on control room displays should be used. Not the technological plant but the needed supervision, orientation and intervention means for solving the task must be of primary interest. For this, the authors put together the qualitative process relations and the concrete working tasks and derive an information flow scheme which is transformed into concrete supervision, orientation and intervention images by the use of psychophysiological design rules. The results of the studies show that this form of representation allows essential improvements of the communication particularly in the diagnosis and action planning phases of the operator.

Arnold, L.; Michall, U.:

Program System for Adaptive Object Identification by Microcomputer

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 158—161

The authors describe a program implemented by K 1520 hardware and allowing a fast classification of the presented objects. After the stage of learning the representatives an adapted classificator is generated which selects from the totality of features available just those leading to a decision in the simplest and fastest way.

Wolf, J.; Engshuber, M.:

Determination of the Minimal Control Element Set for Transport and Storing Installations

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 162—164

For the distribution of product flows switching elements (slides, flaps, switches) are used at the branching points of the transport lines. The authors explain a possibility for minimizing the control of these switching elements using an analysis of the structure of the production plant and its tasks and presenting an example.

Schäbe, H.:

Evaluation of Measurement Values by Means of the Program System RESY

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 164—167

For non-Gaussian measurement value distributions the program system RESY is suited to select the type of distribution (parametrical model) and to evaluate statistically the data on the base of this parametrical model. Important information about the distribution can also be obtained by means of the non-parametrical evaluation which does not fail even in the case of complicated models such as mixed distributions.

Winkler, W.:

Error Detection with Incremental Position Sensors

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 173—174

In metrology incremental sensors for position acquisition are increasingly used. Their functioning and the transmission of the impulses generated are to be trouble-free. Perturbations arising should be detected as largely as possible. For this, the author presents an electronic circuit whose development is carried out from a state graph. The establishment of the state graph is explained.

RÉSUMÉS

Richter, Wo.; Richter, We.:

Prétraitement des données de mesure dans les systèmes de capteur à l'aide de la théorie de fractal

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 146—149

A cause de l'augmentation des densités de matière et d'énergie ainsi que de vitesses de transport dans les processus transformant de la matière, il est raisonnable d'extécuer des mesures de processus en cadre de commandes automatiques aussi dans le domaine microscopique de transformations de matière des objets technologiques comme gouttes, bulles, grains etc. Comme signaux de sortie des éléments de capteur correspondamment petits et rapides, on obtient des fonctions temporelles en forme d'impulsions à dents qui peuvent être considérées et évaluées en sens de la géométrie stochastique comme séquences de fractal.

Hofmann, Th.; Bergmann, J.:

Représentation orientée sur flux d'informations aux écrans des salles de commande — une possibilité pour l'amélioration de la communication homme-processus

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 153—155

Il faut utiliser les possibilités pour une représentation flexible et dynamique sur les écrans des salles de commande. Ce n'est pas l'installation technologique mais les moyens de surveillance, d'orientation et d'intervention nécessaires pour le remplissement des tâches qu'on doit considérer comme le centre de la représentation des informations. A cette fin, les auteurs établissent une connection entre les relations de processus qualitives et les tâches de travail concrètes et dérivent un schéma de flux d'informations qui est transformé dans des images concrètes de survaillance, d'orientation et d'intervention à l'aide de règles de façonnage psycho-physiologiques. Les résultats des études montrent que cette forme de représentation permet d'améliorer essentiellement la communication surtout dans les phases de planning de diagnose et d'action de l'opérateur.

Arnold, L.; Michall, U.:

Système de programmes pour l'identification adaptive d'objets par micro-ordinateur

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 158—161

Les auteurs décrivent un programme implémenté en matériel K 1520 et permettant une classification rapide des objets présentés. A cette fin, après l'apprentissage des représentants, un classificateur adapté est généré qui sélectionne à partir de la totalité des caractères disponibles ceux-la qui conduisent d'une manière simple et rapide à une décision.

Wolf, J.; Engshuber, M.:

Détermination de l'ensemble minimal des éléments de commande pour les installations de transport et de stockage

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 162—164

Pour la distribution des débits de produits, on utilise des éléments de commutation (tiroirs, clapets, branchements) aux points de bifurcation des voies de transport. A l'aide d'une analyse de la structure de l'installation de fabrication et de ses tâches, les auteurs expliquent en utilisant un exemple une possibilité pour la minimisation de la commande de ces éléments de commutation.

Schäbe, H.:

Evaluation des valeurs de mesure à l'aide du système de programmes RESY

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 164—167

Pour les distributions non-gaussiennes des valeurs de mesure, le système de programmes RESY est apte à sélectionner le type de distribution (modèle paramétrique) et à évaluer statistiquement les données sur la base de ce modèle paramétrique. Des informations importantes de la distribution sont également obtenues à l'aide de l'évaluation non-paramétrique qui ne manque pas même en cas de modèles compliqués, tels que des distributions mélangées.

Winkler, W.:

Détection des erreurs près de capteurs incrémentaux de position

msr, Berlin 31 (1988) 4, pp. 173—174

En métrologie, on utilise de plus en plus des capteurs incrémentaux pour l'acquisition des positions. Leur fonctionnement et la transmission des impulsions engendrées doivent être sans parasites. Il faut détecter largement les perturbations apparaissantes. A cette fin, l'auteur présente un circuit électronique dont le développement est exécuté à partir d'un graphe d'état. L'établissement du graphe d'état est expliqué.

Hierbei handelt es sich um neue Titel aus der UdSSR, die dem sowjetischen Neuerscheinungsdienst „Novye knigi" entnommen sind. Die Bücher können über den Volksbuchhandel bestellt werden.

[1] Problemy integral'noj avtomatizacii proizvodstva (Probleme der integrierten Automatisierung der Produktion). Nauka. 1. Quart. 1988. NK 87–25 (85).

[2] Specializirovannye processory dlja vysokoproizvoditel'noj obrabotki dannych (Spezialisierte Prozessoren für hochproduktive Datenverarbeitung). Nauka. 1. Quart. 1988. NK 87–25 (86).

[3] Adaptivnye metody obrabotki izobraženij (Adaptive Methoden zur Verarbeitung von Abbildungen). Nauka. 2. Quart. 1988. NK 87–25 (87).

[4] Kodirovanie i obrabotka izobraženij (Kodierung und Verarbeitung von Abbildungen). Nauka. 1. Quart. 1988. NK 87–25 (88).

[5] *Veršinin, V.; Zav'jalov, Ju.; Pavlov, N.:* Ekstremal'nye svojstva splajnov i zadača sglaživanija (Extremale Eigenschaften von Splines und Aufgaben der Glättung). Nauka. 1. Quart. 1988. NK 87–25 (92).

[6] Metody ulučšenija v vyčislitel'nom eksperimente (Methoden zur Verbesserung in Rechnerexperimenten). Nauka. 1. Quart. 1988. NK 87–25 (94).

[7] Avtomatičeskoe raspoznavanie i sintez sluchovych obrazov (Automatische Erkennung und Synthese von Hörmustern). Nauč. Vyčislit. centr ANSSRS. 4. Quart. 1987. NK 87–26 (42).

[8] *Glaz, A.:* Parametričeskaja i strukturnaja adaptcija rešajuščich pravil v zadačach raspoznavanija (Parametrische und strukturelle Adaption von Entscheidungsregeln in Aufgaben der Erkennung). Zinatne (LatvSSR). 1. Quart. 1988. NK 87–26 (43).

[9] *Kikuts, Ja.; Podvysockij, Ju.; Rotanov, S.:* Protokoly informacionnoj seti (Protokolle von Informationsnetzen). Zinatne (LatvSSR). 4. Quart. 1988. NK 87–26 (44).

[10] Matematičeskie metody v raspoznavanii obrazov i diskretnoj optimizacii (Mathematische Methoden in der Mustererkennung und diskreten Optimierung). Nauč. Vyčislit. centr ANSSSR. 4. Quart. 1987. NK 87–26 (45).

[11] Osnovy sistemy avtomatizirovannogo proektirovanija (Grundlagen der automatisierten Projektierungssysteme). Izd-vo Kazan. un-ta. 3. Quart. 1988. NK 87–26 (46).

[12] *Chermanis, E.:* Sravnitel'nyj analiz signalov (Vergleichende Signalanalyse). Zinatne (Latv SSSR). 3. Quart. 1988. NK 87–26 (47).

[13] *Bagdonas, V.; Švegžda, O.:* Pragmatičeskaja teorija informacii (Pragmatische Informationstheorie). Mokslas (LitSSR). 4. Quart. 1988. NK 87–26 (48).

[14] *Brjabrin, V.:* Al'fa-sistema postroenija informacionnych modelej (Alpha-System zur Entwicklung von Informationsmodellen). Nauč. Vyčislit. centr ANSSSR. 4. Quart. 1987. NK 87–26 (49).

[15] Programmnoe obespečenie SAPR (Software für Systeme zur automatisierten Projektierung). Nauč. Vyčislit. centr. ANSSSR. 4. Quart. 1987. NK 87–26 (53).

[16] Verojatnostnye metody i kibernetika. Vyp. 23 (Wahrscheinlichkeitstheoretische Methoden und Kybernetik. Ausg. 23). Izd-vo Kazan. un-ta. 4. Quart. 1988. NK 87–26 (159).

[17] Vyčislitel'nye seti. Vyp. 3: Analiz i modelirovanie setevych diskretnych struktur (Rechnernetze. Ausg. 3: Analyse und Modellierung von diskreten Netzstrukturen). Zinatne (LatvSSR). 1. Quart. 1988. NK 87–26 (166).

[18] Techničeskaja kibernetika. Vyp. 6: *Ljaonas, V.:* Bločnye metody v algoritmach sistem setevogo tipa (Technische Kybernetik. Ausg. 6: *Ljaonas, V.:* Blockmethoden in Algorithmen von Systemen vom Netztyp). Mokslas (LitSSR). 2. Quart. 1988. NK 87–26 (177).

[19] *Kokoreva, T.:* Avtomatizirovannye sistemy upravlenija otrasli i predprijatija (Automatisierte Systeme zur Steuerung von Industriezweigen und Betrieben). Lesnaja prom-st'. 2. Quart. 1988. NK 87–26 (418).

[20] *Petrov, A.; Bujanov, V.; Ugrjumov, G.:* Avtomatizacija, vyčislitel'naja i mikroprocessornaja technika v ekspluatacionnoj rabote železnych dorog (Automatisierung, Rechentechnik und Mikroprozessoren im Eisenbahnbetrieb). Transport. 1. Quart. 1988. NK 87–26 (469).

[21] Avtomatičeskij sintez adaptivnych i optimal'nych sistem upravlenija (Automatische Synthese adaptiver und optimaler Systeme der Steuerung). Izd-vo Leningr. un-ta. 3. Quart. 1988. NK 87–27 (96).

[22] *Michlin, S.:* Nekotorye voprosy teorii pogrešnostej (Einige Fragen der Fehlertheorie). Izd-vo Leningr. un-ta. 3. Quart. 1988. NK 87–27 (98).

[23] Avtomatizacija proizvodstv. Vyp. 7: Algoritmičeskoe, programmnoe i techničeskoe obespečenie gibkich sistem (Automatisierte Produktion. Ausg. 7: Algorithmische, programmtechnische und technische Unterlagen für flexible Systeme). Izd-vo Leningr. un-ta. 2. Quart. 1988. NK 87–27 (214).

[24] Avtomatizirovannoe upravlenie technologičeskimi processami. (Automatisierte Steuerung technologischer Prozesse). Izd-vo Leningr. un-ta. 4. Quart. 1988. NK 87–27 (278).

[25] ALGOL-68 dlja načinajuščich programmistov (ALGOL-68 für Programmier-Anfänger). Izd-vo Leningr. un-ta. 2. Quart. 1988. NK 87–27 (279).

[26] *Gubanov, V.; Zacharov, V.; Kovalenko, A.:* Vvedenie v sistemnyj analiz (Einführung in die Systemanalyse). Izd-vo Leningr. un-ta. 3. Quart. 1988. NK 87–27 (283).

[27] *Moiseev, N.:* Ekologija glazami kibernetika (Ökologie mit den Augen des Kybernetikers). Mol. gvardija. 3. Quart. 1988. NK 87–28 (22).

[28] Nekotorye algoritmy planirovanija vyčislenija v determinirovannych sistemach real'nogo vremeni (Einige Algorithmen zur Planung der Berechnungen in determinierten Systemen mit realer Zeit). Nauč. Vyčislit. centr ANSSSR. 4. Quart. 1987. NK 87–27 (23).

[29] *Jarmolik, V.:* Kontrol' i diagnostika cifrovych uzlov EVM (Kontrolle und Diagnostik digitaler Baugruppen von EDV-Anlagen). Nauka i technika (BSSR). 1. Quart. 1988. NK 87–28 (24).

[30] *Vertju, Ž.; Kuaje, F.:* Teleupravlenie robotami s pomošč'ju EVM (Fernsteuerung von Robotern mit Hilfe der EDV-Anlagen). Mir. 4. Quart. 1988. NK 87–28 (66).

[31] *Vukobratovič, M.; Stokič, D.; Kirčanski, N.:* Neadaptivnoe i adaptivnoe upravlenie manipuljacionnymi robotami (Nichtadaptive und adaptive Steuerung von Manipulationsrobotern). Mir. 4. Quart. 1988. NK 87–28 (67).

[32] *Kulon, Ž.-L.; Sabonnad'er, Z.-K.:* SAPR v elektrotechnike (Systeme der automatisierten Projektierung in der Elektrotechnik. Übers. aus dem Franz.). Mir. 4. Quart. 1988. NK 87–28 (68).

msr 8793

messen · steuern · regeln

Herausgeber: Kammer der Technik, Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (WGMA)

Verlag: VEB Verlag Technik, Oranienburger Str. 13/14, PSF 201, Berlin, DDR-1020, Telegrammadresse: Technikverlag Berlin; Telefon: 28700; Telex: 0112228 techn dd

Verlagsdirektor: Dipl.-Ing. *Klaus Hieronimus*

Redaktion: Dr.-Ing. *Dietrich Werner*, Verantwortlicher Redakteur (Telefon: 2870362)
Dr.-Ing. *Jürgen Wede*, Redakteur (Telefon: 2870374)

Gestaltung: *Karen Wohlgemuth* (Telefon: 2870288)

Lizenz-Nr.: 1112 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

AN (EDV): 15936

Erscheinungsweise: monatlich 1 Heft

Heftpreis: 4,— M, Abonnementpreis vierteljährlich 12,— M; Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebs BUCHEXPORT zu entnehmen.

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Thomas Müntzer", Bad Langensalza, 5820

Anzeigenannahme: Für Bevölkerungsanzeigen alle Anzeigen-Annahmestellen in der DDR, für Wirtschaftsanzeigen der VEB Verlag Technik, Oranienburger Str. 13/14, PSF 201, Berlin, 1020. Anzeigenpreisliste Nr. 7; Auslandsanzeigen: Interwerbung GmbH, Hermann-Duncker-Str. 89, Berlin, DDR-1157

Erfüllungsort und Gerichtsstand: Berlin-Mitte. Der Verlag behält sich alle Rechte an den von ihm veröffentlichten Aufsätzen und Abbildungen, auch das der Übersetzung in andere Sprachen vor. Auszüge, Referate und Besprechungen sind nur mit voller Quellenangabe zulässig.

Bezugsmöglichkeiten:

DDR: sämtliche Postämter

SVR Albanien: Direktorije Quendrore e Perhapjes dhe Propaganditit te Librit Bruga Konference e Pezes, Tirana

VR Bulgarien: Direkzia R.E.P., 11a, Rue Paris, Sofia

VR China: China National Publications Import and Export Corporation, West Europe Department, P.O. Box 88, Beijing

ČSSR: PNS — Ústřední Expedicia a Dovoz Tisku Praha, Slezska 11, 12000 Praha 2; PNS, Ústredná Expedicia a Dovoz Tlače, Posta 002 88547 Bratislava

SFR Jugoslawien: Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, Beograd; Izdavačko Knjižarako Produzeče MLADOST, Ilica 30, Zagreb

Koreanische DVR: CHULPANMUL Korea Publications Export & Import Corporation, Pyongyang

Republik Kuba: Empresa de Comercio Exterior de Publicaciones, O'Reilly No. 407, Ciudad Habana

VR Polen: C.K.P.i.W. Ruch, Towarowa 28, 00-958 Warszawa

SR Rumänien: D.E.P. Bukureşti, Piaţa Scinteii, Bukureşti

UdSSR: Städtische Abteilungen von Sojuzpečat oder Postämter und Postkontore

Ungarische VR: P.K.H.I., Külföldi Elöfizetési Osztály, P.O. Box 16, 1426 Budapest

SR Vietnam: XUNHASABA, 32, Hai Ba Trung, Hanoi

BRD und Berlin (West): ESKABE Kommissions-Grossobuchhandlung, Postfach 36, 8222 Ruhpolding/Obb.; Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, Eichborndamm 141—167, Berlin (West) 52; Kunst und Wissen Erich Bieber OHG, Postfach 46, 7000 Stuttgart 1; Gebrüder Petermann, BUCH + ZEITUNG INTERNATIONAL, Kurfürstenstraße 111, Berlin (West) 30

Österreich: Helios Literatur-Vertriebs-GmbH & Co. KG, Industriestraße B 13, A-2345 Brunn am Gebirge

Schweiz: Verlagsauslieferung Wissenschaft der Freihofer AG, Weinbergstr. 109, 8033 Zürich

Alle anderen Länder: örtlicher Buchhandel; BUCHEXPORT Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Postfach 160, Leipzig, DDR-7010 und Leipzig Book Service, Talstraße 29, Leipzig, DDR-7010.

Abnahmebedingungen

Die Redaktion veröffentlicht nur solche Beiträge, die noch an keiner anderen Stelle des In- und Auslandes in dieser Form erschienen sind oder bis zur Veröffentlichung erscheinen werden und die die Verfasser bis zum Ablauf des ersten, dem Erscheinen folgenden vollen Kalenderjahres an keiner anderen Stelle veröffentlichen, ohne hierzu vorher die Zustimmung der Redaktion der Zeitschrift eingeholt zu haben. Mit der Abnahme und Veröffentlichung des Manuskriptes geht das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder auf den Verlag über. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung der Redaktion nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme u. a. von Heften der Zeitschrift, einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen. Ferner behält sich die Redaktion Änderungsvorschläge nach der Durcharbeitung der Beiträge vor. Beiträge müssen eine Kopie der Veröffentlichungsfreigabe des Betriebes bzw. der Institution enthalten.
Richtlinien für die Manuskriptgestaltung sind dem Heft 1 (S. 28) messen · steuern · regeln 1988 zu entnehmen bzw. werden von der Redaktion auf Anfrage zugesandt. Die Einhaltung dieser Gesichtspunkte garantiert eine sofortige Bearbeitung und verzögerungsfreie Veröffentlichung der Arbeit in der Zeitschrift.

Information

Das Sekretariat der WGMA im Präsidium der KDT ist künftig unter der Rufnummer

2 26 52 18 Sekretär
2 26 53 04 } Sekretariat
2 26 52 92 }

in Direktwahl erreichbar. Der Telefonsammelanschluß 2 20 25 31 wird dann ungültig.

Aufsetzmontage in der Leiterplattentechnik unter Berücksichtigung der Nacktchipverarbeitung

Die o. g. wissenschaftlich-technische Veranstaltung mit internationaler Beteiligung aus den RGW-Ländern wird im IV. Quartal 1988 in Berlin durchgeführt.

Veranstalter: Fachverband Elektrotechnik in der Kammer der Technik
Wissenschaftliche Sektion Technologie des elektronischen Gerätebaues.

Inhaltliche Schwerpunkte:

1. Möglichkeiten und Grenzen der Baugruppenrealisierung
   - monolithische Integration
   - hybride Integration
   - SMD-Technologie
   - Nacktchipverarbeitung
2. Voraussetzungen zur Einführung der Aufsetzmontage für SMD und Nacktchips
   - Bauelementesortiment, Bauelementeverpackung
   - Trägersysteme
   - Hilfsmaterialien (Kleber, Lötpasten, Lote, Mikrodrähte, Verkappung)
   - Bestückungstechnik
   - Meß- und Prüftechnik
3. Verfahren und Ausrüstungen
   - CAD von Leiterplatten u. a. Trägersystemen
   - Fixierung und Kontaktierung der Bauelemente
   - CAQ
   - Reparaturmöglichkeiten der Baugruppen
   - Spezialausrüstungen
4. Anwenderbeispiele
   - SMD-Technik
   - Nacktchipverarbeitung (einschließlich Kundenwunschschaltkreise)
5. Fachspezifische Ausstellung
   - Baugruppenmuster
   - Sondergeräte
   - Software für CAD, CAM, CAQ und weitere nachnutzungsfähige Unterlagen.

Zu diesen Schwerpunkten bitten wir um Vortragsvorschläge und Ausstellungsangebote bis zum **5. Mai 1988.**

Teilnahmemeldungen sind schriftlich an folgende Anschrift zu richten:
Kammer der Technik
— Präsidium —
Fachverband Elektrotechnik
Clara-Zetkin-Str. 115—117
Berlin, DDR-1086
Tel.: 2 26 52 85

Das Tagungsprogramm wird Ihnen nach Drucklegung zugestellt.

Lehrgang „Spannungsmeßtechnik"

Im September 1988 findet an der Ingenieurhochschule Zwickau, Sektion Technologie der mvI, in Verbindung mit dem FUA Eigenspannungsmeßtechnik der KDT der o. g. Lehrgang für Meßtechniker statt. Der Lehrgang dient der Aus- und Weiterbildung auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung, Meßtechnik und der experimentellen Spannungsanalyse. Der Teilnehmer erwirbt Wissen und Fertigkeiten auf den Gebieten der mechanischen Beanspruchung von Werkstoffen, der Entstehung und Bewertung von Eigenspannungen und der Anwendung von Geräten zur Spannungs- und Dehnungsanalyse. Vor allem werden Fertigkeiten bei der Applikation von Dehnmeßstreifen vermittelt.
Dauer des Lehrgangs: 40 h (1 Woche)
Teilnehmermeldungen sind zu richten an:
Ingenieurhochschule Zwickau
Abt. Studienangelegenheiten
Bereich Fernstudium/Weiterbildung
PSF 35
Zwickau
9541

6. Symposium Maritime Elektronik

Vom 26. bis 28. April 1989 veranstaltet die Sektion Technische Elektronik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock ihr 6. Symposium Maritime Elektronik. Wie auf den vorangegangenen Symposien sollen mit Experten des In- und Auslandes Erfahrungen über wissenschaftlich-technische Probleme der Elektrotechnik und der Elektronik für Anwendungen vorzugsweise in der See- und Hafenwirtschaft sowie in der Meeresforschung ausgetauscht werden.
Beiträge zu folgenden Arbeitsgebieten sind vorgesehen:

Maritime Meßelektronik
- Sensoren und Sensorelektronik
- Meßwerterfassung mit Mikrorechnern
- Signalanalyse und Meßwertverarbeitung
- Meßsysteme für Automaten und Roboter
- Mikrorechner-Verbundsysteme
- Prozeßnahe Mikrorechner-Anwendung

Maritime Energieelektronik
- Energiestellsysteme
- Energiewandlungssysteme
- Regelungsstrukturen und Identifikation
- Netze autonomer Systeme
- Elektromagnetische Verträglichkeit
- Prozeßnahe Mikrorechner-Anwendung

Anfragen sind zu richten an:
Wilhelm-Pieck-Universität Rostock
Sektion Technische Elektronik
Albert-Einstein-Str. 2
Rostock 6
DDR-2500

Videosytem für trübes Wasser

Ingenieure der *Herriott-Watt-University* und der Fa. *Ferranti* in Edinburgh haben ein experimentelles Videosystem entwickelt, mit dem Unterwasseraufnahmen auch in trübem Wasser möglich sind. Die Reichweite von 32 m ist etwa 3mal so hoch wie bei den bisherigen Unterwasserkameras mit Flutlichtanlagen. Zur Beleuchtung werden kurze Pulse eines Neodym-YAG-Lasers verwendet. Die Blende der Kamera öffnet sich erst in dem Moment, in dem der reflektierte Puls aus der gewünschten Entfernung zu erwarten ist.
Die an Schwebeteilchen im Vordergrund reflektierten, früher eintreffenden Lichtanteile werden also unterdrückt.
Eingesetzt werden soll das System beispielsweise bei der Gewinnung von Erdöl, bei Seebettvermessungen und bei Unterwasserbergungen.

Schnellreagierender Feuchtesensor

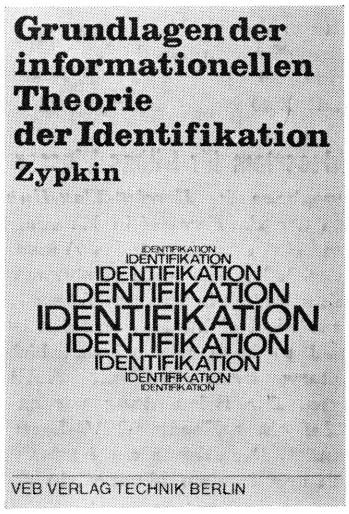
Die japanische *NOK Corp.* hat einen Feuchtesensor entwickelt, der Änderungen der Feuchtigkeit bei Temperaturwechsel von 40 bis 90% innerhalb von nur 2 bis 3 s anzeigt. Der Sensor besteht aus einer kammförmigen Elektrode, die auf einem Substrat aufgebracht und mit einem dünnen feuchtigkeitsempfindlichen Film von weniger als 1 µm Stärke bedeckt ist. Der Film wird mit einem Plasmaverfahren aufgebracht. Der elektrische Widerstand des Films ist stark feuchteabhängig. Der Sensor kann in einem Temperaturbereich von —40 °C bis 120 °C eingesetzt werden.

Beschleunigungssensoren für höhere Temperaturen

Die japanische Fa. *Hakuto Ltd.* bietet mit ihrer Super-G-Serie Beschleunigungssensoren an, die Betriebstemperaturen bis über 100 °C gestatten. Sensor und Gehäuse basieren auf einer Piezo-Plastik-Technologie. Das Bauelement enthält einen piezoelektrischen Sensor und einen Ladungsverstärker. Mit dem robusten Bauelement können Verbrennungsmotoren und andere Maschinen überwacht werden. Vibrationen ab 0,5 Hz werden erfaßt.

ISSN 0026-0347, mess., steuern, regeln
Berlin 31 (1988) 4, S. 145—192

Neuerscheinungen

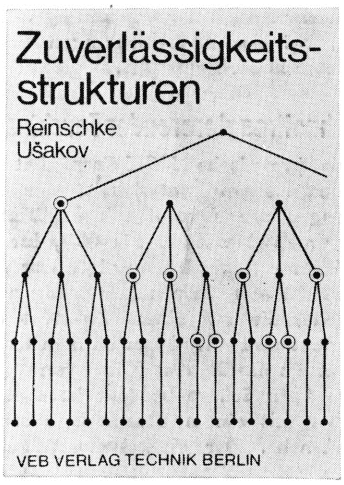


Grundlagen der informationellen Theorie der Identifikation

Von Prof. Dr. d. techn. Wiss. Ja. S. Zypkin. Aus dem Russischen. 256 Seiten, 92 Bilder, 13 Tafeln, Kunstleder, DDR 36,— M, Ausland 56,— DM. Bestellangaben: 5537610/Zypkin, Identifikation

Der Autor zeigt mit seiner informationellen Theorie der Identifikation eine Möglichkeit, geeignete Verfahren auf der Grundlage der vorhandenen A-priori-Information auszuwählen. Dabei wendet er sich sowohl an Theoretiker auf den Gebieten der Kybernetik, mathematischen Statistik und angewandten Systemanalyse, die sich mit der Identifikation dynamischer Systeme beschäftigen, als auch an Praktiker, die z. B. in Technik, Medizin, Biologie, Landwirtschaft, Ökologie, Wasserwirtschaft, Meteorologie u. a. diese Algorithmen anwenden können.
Vom Leser werden fundierte Kenntnisse der Mathematik (Analysis, Wahrscheinlichkeitsrechnung), mathematischen Statistik, Systemtheorie u. a. erwartet.

Gliederung: Aufgabe der Identifikation und ihre Besonderheiten · Optimale Verlustfunktionen · Absolut optimale Identifikationsalgorithmen · Klassenoptimale Verlustfunktionen · Absolut klassenoptimale Identifikationsalgorithmen · Identifikationsalgorithmen für Objekte, die bezüglich der Störung keinen minimalen Phasenverlust haben · Akzelerationsalgorithmen der Identifikation · Modifizierte Identifikationsalgorithmen.



Zuverlässigkeitsstrukturen

Modellbildung · Modellauswertung

Von Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. rer. nat. Kurt Reinschke und Prof. Dr. sc. techn. I. A. Ušakov. 240 Seiten, 95 Bilder, 14 Tafeln, Leinen, DDR 33,— M, Ausland 38,— DM. Bestellangaben: 5537282/Reinschke, Zuverlässig

Im Gegensatz zu den bisher recht zahlreich erschienenen Büchern über Zuverlässigkeitsmathematik wird in diesem Werk nicht von gegebenen Zuverlässigkeitsmodellen ausgegangen. Die Autoren konzentrieren sich vielmehr auf die Modellbildung, um die Zuverlässigkeitsstruktur eines Systems sichtbar zu machen. Dazu werden Graphen als das entscheidende Darstellungsmittel benutzt. Die Methoden sind sowohl auf technische als auch auf nichttechnische Systeme anwendbar.
Das Buch ist in erster Linie für Ingenieure, Ökonomen und Naturwissenschaftler gedacht, die die Zuverlässigkeitstheorie anwenden möchten. Aber auch Zuverlässigkeitsspezialisten werden hier manches Neue finden; besonders seien die Berücksichtigung der zeitlichen Reihenfolge der Elementeausfälle im Rahmen der Booleschen Theorie und die mehrwertigen monotonen Zuverlässigkeitsmodelle genannt.
Die Darstellung ist weitgehend elementar, es werden keine Vorkenntnisse über Zuverlässigkeitstheorie vorausgesetzt.

Gliederung: Einführung · Zuverlässigkeit netzartig strukturierter Systeme · Zuverlässigkeitsstrukturen für beliebig aufgebaute Systeme · Beschreibung des Prozeßverhaltens mit Hilfe von Graphen.

Auslieferung durch den Fachbuchhandel

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN